**Aus der Chirurgischen Universitätsklinik zu Marburg**
Direktor: Prof. Dr. R. Klapp.

# Über Rückenmarksverletzungen

**Inaugural-Dissertation**

zur Erlangung der
Doktorwürde in der Gesamten Medizin
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Universität Marburg

vorgelegt von
**Hans Biehl**
aus Erfurt

Marburg 1935
Buchdruckerei Joh. Hamel, Marburg (Lahn)

Angenommen von der Medizinischen Fakultät Marburg
am 26. Februar 1934

Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät

Referent: Professor Dr. K l a p p .

Verletzungen des Rückenmarkes sind in der Mehrzahl der Fälle eine Folge von Verletzungen der Wirbelsäule, die durch stumpfe oder mehr umschriebene Gewalteinwirkung hervorgerufen werden können. Seltener sind Rückenmarksverletzungen durch Schädigungen, die außerhalb des Wirbelsäulenbereiches angreifen. Die Verletzungen des Rückenmarkes und der Wirbelsäule sind nicht sehr häufig. So machen die Wirbelfrakturen nur etwa 0,33% des gesamten Frakturenmaterials aus. Ferner sind etwa 28—30% der Wirbelfrakturen gänzlich frei von Verletzungen des Rückenmarkes. Bei den Bergwerksunfällen Haumanns ist es in 62% der Fälle beteiligt. Auch die zahlreichen Schußverletzungen des Rückenmarks machen nach Hugel nur 0,2 bis 0,3% der gesamten Kriegsverletzungen aus. Ob eine regionär bedingte Häufigkeit der Wirbelsäulentraumen festgestellt werden kann, erscheint zweifelhaft. In seiner klassischen Arbeit über die Verletzungen der Wirbelsäule glaubt Kocher die landwirtschaftliche Beschäftigung für eine relative Häufung der Fälle verantwortlich machen zu können. Häufige Unfälle in solchen Gegenden sind Herabstürzen vom Heuboden auf die Tenne, oder von Bäumen und Baugerüsten. Auf der anderen Seite kommt Brack auf Grund des Materials des Hamburger Hafenkrankenhauses zu der Ansicht, daß gerade Industrie, Handel und moderner Verkehr eine große Zahl von oft tödlichen Wirbelsäulentraumen verursachen.

Naturgemäß werden Männer von solchen Verletzungen in höherem Maße betroffen als Frauen. Unter dem Material von Steiner waren alle Verletzungen bei Frauen durch Herabspringen aus höheren Stockwerken in selbstmörderischer Absicht entstanden.

Die von Kocher angegebene untere Altersgrenze für Wirbelfrakturen bei Jugendlichen von 16 Jahren wurde verschiedentlich unterschritten. (Steiner, Mülleder). Daß solche Fälle in der Literatur verhältnismäßig selten beschrieben werden, liegt wohl daran, daß sie meist ohne allzu stürmische Erscheinungen, vor allem ohne Lähmungen einhergehen. Die Verteilung der Wirbelsäulenverletzungen auf die einzelnen Altersklassen ist in den einzelnen Veröffentlichungen nicht ganz gleich. In der Arbeit von

Müller kommen die meisten Fälle auf das 20. bis 30. Lebensjahr. Steiner nimmt an, daß sich die Hälfte der Fälle etwa auf das 20. bis 40. Lebensjahr verteilt und die übrigen auf das 40. bis 60. Nach seiner Ansicht disponiert das höhere Alter vor allem zur Mitbeteiligung des Rückenmarks. In einer Zusammenfassung der tödlichen Wirbelläsionen weist Brack auf die auffallende Zunahme der Fälle im 50. bis 60. Jahre hin. Dabei spielt wohl die im Alter einsetzende verminderte Widerstandskraft des Knochensystems eine Rolle. Im höheren Alter werden übereinstimmend kaum Wirbelsäulenverletzungen beobachtet, was wohl durch die im Alter im allgemeinen gegebene Ruhe und Beschäftigungslosigkeit zur Genüge erklärt wird.

Es soll hier zunächst auf die direkten Traumen der Wirbelsäule und des Rückenmarkes eingegangen werden, da sie die Mehrzahl der Fälle ausmachen. Man versteht unter direkten Traumen solche, die unmittelbar auf das Rückenmark oder die es umgebende Wirbelsäule gerichtet sind. Im Gegensatz zu den umschriebenen Krafteinwirkungen, wie sie Schuß- und Stichverletzungen darstellen, stehen die stumpfen Gewalteinwirkungen, die hier zuerst betrachtete werden sollen. Dazu gehören Überfahrungen durch Straßenbahnen und Autos, Prellung zwischen Eisenbahnpuffern, heftiger Stoß mit harten Gegenständen und Fall des Körpers von größerer Höhe auf harte Unterlagen. Auch das Herabstürzen schwerer Lasten auf den menschlichen Körper, wie es in Steinbrüchen und Bergwerken vorkommt, ist eine häufige Ursache derartiger Verletzungen. Dazu kommt, daß diese vielfachen Gewalteinwirkungen den Körper in allen möglichen Haltungen treffen, so daß neben direkten Zertrümmerungen vielfach Frakturen und Luxationen nebst ihren Vorstadien die Folge sind. Es muß festgehalten werden, daß beide Folgezustände oft zusammen vorkommen können. Für das Verständnis der Entstehung derartiger Dinge sind neben der Rekonstruktion der zur Einwirkung gelangten Kräfte, die oft sehr beträchtlich sind, einige anatomische und physiologische Vorbemerkungen unerläßlich. Infolge ihres in den einzelnen Abschnitten verschiedenartigen Aufbaus stellt die Wirbelsäule ein zusammengesetztes mechanisch-statisches System dar, das von den verschiedenen Traumen in verschiedener Weise beeinflußt wird.

Am Wirbel unterscheidet man den spongiösen mit einer nur dünnen Corticalis umgebenen Körper, an den sich nach hinten der schlanke und stärker gebaute Bogen anschließt. Dieser trägt an der Rückseite den Dornfortsatz. Der Atlas besitzt an dessen Stelle nur einen kleinen Knochenhöcker. Auf die Gelenk-, Quer- und Dornfortsätze braucht in diesem Zusammenhang nicht näher eingegangen zu werden. Es soll nur auf einige für den Entstehungsmechanismus von Verletzungen wichtige Einzelheiten der einzelnen

Wirbelgruppen hingewiesen werden. Die Dornfortsätze im Bereich der Halswirbelsäule sind kräftig und verlaufen horizontal oder leicht absteigend. Die Querfortsätze sind hier bedeutsam, da sie mit dem Foramen transversarium die A. vertebralis umschließen. Die Wirbelkörper nehmen vom 3. bis zum 7. an Breite zu. Bedeutsam ist die Ausbildung der beiden obersten Wirbel, die fast ausschließlich Drehbewegungen zuläßt. Die Brustwirbel nehmen von oben nach unten an Höhe und im Sagittaldurchmesser zu. Ihre Dorne verlaufen nach abwärts und überdecken sich dachziegelförmig. Die Körper der Lendenwirbelsäule nehmen noch im sagittalen und queren Durchmesser zu. Da sie statisch stärker beansprucht werden, sind sie allgemein massiver gebaut. Die Dorne sind nach hinten gerichtete schmale Fortsätze. Die Vereinigung der Wirbel zu einem Ganzen erfolgt zunächst durch die Intervertebralscheiben. Sie bestehen aus dem Annulus fibrosus und dem Nucleus pulposus. Auf Grund dieses Aufbaus sind sie nicht nur einfache Verbindungsscheiben, sondern mechanisch wichtige Polster, die einerseits Stöße auffangen können, andrerseits bei entsprechender Höhe gewisse Exkursionen gestatten. Die stark bewegliche Halswirbelsäule hat dicke Intervertebralscheiben, die starrere Brustwirbelsäule hat niedrige, während die wieder beweglichere Lendenwirbelsäule stärkere Bandscheiben aufweist. So kommt etwa ein Viertel der Gesamthöhe der Wirbelsäule durch die Intervertebralscheiben zustande. Außerdem erfolgt die Zusammenfassung der einzelnen Wirbel durch den sehr kräftigen Bandapparat. Er besteht aus den Ligg. flava, den Ligg. intertransversaria und interspinalia. Dazu kommen die beiden Längsbänder, die innige Verbindungen mit den Bandscheiben eingehen. So bildet die gesamte Wirbelsäule ein sehr belastungsfähiges System, dem durch die Umhüllung mit einem dicken Muskelpolster aktive Beweglichkeit und ein gewisser Schutz gegen mechanische Insulte verliehen wird. In ihrer ganzen Länge zeigt die Wirbelsäule mehrere physiologische Krümmungen. Im Halsteil besteht eine nach vorn konvexe als Lordose bezeichnete Biegung. Am Beginn des Brustteils beginnt die nach hinten konvexe Brustkyphose, an die sich im Lendenteil abermals eine Lordose anschließt.

Da die Unterschiede in der Beweglichkeit der einzelnen Teile für das Zustandekommen der einzelnen Verletzungen wichtig sind, sollen die verschiedenen Bewegungsmöglichkeiten hier noch einmal aufgeführt werden. In der Halswirbelsäule sind Bewegungen möglich um eine quere Achse im Sinne der Beugung und Streckung. Ferner Bewegungen um eine vertikale Achse im Sinne der Rotation. Dazu kommen noch seitliche Beugungen um eine Sagittalachse, die auch noch im oberen Brustteil möglich sind. Schließlich sind die um eine quere Achse ausgeführten Bewegungen, die im Bereich der Halswirbelsäule besonders hervortreten, in allen Teilen der

übrigen Wirbelsäule möglich. Dieses ganze bisher geschilderte System aus knöchernen, sehnigen und muskulären Einzelteilen stellt einen derart komplizierten Apparat dar, wie er durch eine Maschine nicht nachgeahmt werden kann. Die Funktion des Ganzen kann daher auch mit einfachen mechanischen Vorstellungen nicht restlos geklärt werden. Trotzdem hat man aus praktischen Gründen den Aufbau der gesamten Säule aus verschiedenen Pfeilern angenommen. So nimmt Kocher zwei hintereinander angeordnete Säulen an. Die eine wird dargestellt von der Summe der aufeinander gestellten Wirbelkörper. Dahinter liegt dann die andere aus der Zusammenfassung der Gelenkfortsätze entstandene Säule. Bei der sogen. Drei-Pfeiler-Theorie werden außer der Säule aus den Wirbelkörpern noch zwei seitliche aus den Gelenkfortsätzen gebildete Nebenpfeiler angenommen, was im Prinzip etwa das Gleiche ist. Diesen fügt Brack noch einen vierten Pfeiler hinzu, der aus der Summe der Dornfortsätze resultiert. Nach seiner Ansicht kommt diesem besonders bei der Rückwärtsbeugung eine große Bedeutung zu, bei der sich die einzelnen Dorne fest aufeinander stützen.

Nach diesen Vorbemerkungen soll etwas näher auf die partiellen Wirbelverletzungen eingegangen werden. Zunächst die isolierten Körperfrakturen. Ihre große Mehrzahl gehört in das Gebiet der Kompressionfrakturen, die nicht unbedingt mit schweren Markschädigungen einhergehen. Ihr Wesen besteht darin, daß der Wirbelkörper eine keilförmige Deformation durch Krafteinwirkung in der vertikalen Achse erfährt, was beim Auffallen auf die Füße oder das Gesäß bzw. umgekehrt durch Fallen auf den Kopf oder den gebeugten Nacken eintritt. Die scharfe Kante des Keiles ist dabei nach vorn gerichtet. Dabei hat man experimentell nachweisen können, daß beim Fall auf das Gesäß oder die Füße die Lenden- oder unteren Brustwirbel frakturieren, während beim Fall auf den Kopf die Hals- und oberen Brustwirbel brechen. Daß dabei immer nur die Wirbelkörper brechen, liegt an der geringeren Resistenz des vorderen Pfeilers. Da die Körper, wie schon erwähnt, wenig Corticalis aufweisen, andrerseits die hinteren Pfeiler aus den aus Kompakte aufgebauten Gelenkfortsätze zusammengesetzt sind, können sie einer von oben nach unten einwirkenden Gewalt viel weniger Widerstand entgegensetzen. Meist ist dann auch die Kompression mit einer Beugung verbunden, da infolge der ungleichen Widerstandskraft der drei Säulen das Einsinken immer an der Seite der schwächsten erfolgt. Da die Brustwirbelsäule stets in Flexionshaltung steht, wird diese durch die Gewalteinwirkung noch vermehrt. Als Contusion bezeichnet man eine experimentell gemessene Verminderung der Wirbelhöhe, bei der die Elastizitätsgrenze nicht überschritten wird. Nach Aufhören der einwirkenden Kraft stellt sich die äußere Form wieder her. Die innere Struktur

wird natürlich durch teilweise Zerstörungen des Balkenwerkes und Blutungen beeinträchtigt.

Infolge der Biegsamkeit der Halswirbelsäule sind Frakturen in ihrem Bereich ziemlich selten. Unter Kochers Material findet sich keine einzige. Müllеder dagegen sah unter 47 Fällen 8mal die Halswirbelsäule betroffen, auch Steiner fand unter 53 Fällen 20 Frakturen des Halsteils. Die Brustwirbelsäule ist infolge ihrer größeren Starrheit für Frakturen eher disponiert. Zum Teil wird das dadurch aufgehoben, daß die oberen 10 Rückenwirbel durch die mit ihnen verbundenen Rippen eine Stütze finden, die den beiden unteren fehlt. Nach Kocher führen die Gewalten, die die schweren Wirbelsäulentraumen herbeiführen, eine gewaltsame Beugung der Wirbelsäule herbei. Es muß dann da zu Frakturen kommen, wo die Beugung beschränkt ist, das ist der Fall im Bereich der unteren Brust- und oberen Lendenwirbelsäule. Von 23 isolierten Körperfrakturen entfielen 11 auf den 8. bis 12. Dorsalwirbel, davon 5 auf den 12., und 7 auf die Lumbalwirbel, von denen 5 auf den 1. kamen. An zweiter Stelle ist häufig noch das obere Drittel der Brustwirbelsäule Sitz einer Fraktur. Hier besteht normalerweise eine starke Konkavität nach vorn. Außerdem sind hier die Bandscheiben ziemlich niedrig und daher nicht so nachgiebig, daher läßt dieser Abschnitt die Vorwärtsbeugung nur in beschränktem Maße zu. Am häufigsten wird der 4. Wirbel betroffen.

Wie schon erwähnt, bleibt bei den isolierten Kompressionsfrakturen die Mitbeteiligung des Rückenmarkes oft aus. Sie kommt zustande, wenn ein Fragment des zertrümmerten Wirbels in den Rückenmarkkanal hineingepreßt wird. Das Mark wird dann ganz oder teilweise durchgequetscht. In seltenen Fällen kann dabei das klinische Bild der Halbseitenläsion oder eine Hämatomyelie entstehen. Es ist wichtig, zu bemerken, daß die Dislokation im Augenblick des Traumas am größten ist und daß sie beim Aufhören der Belastung zum größten Teil wieder verschwinden kann. Bei der Sektion derartiger Fälle sieht man eine verschieden starke Markläsion bei fast normal weitem Wirbelkanal. Ferner kann durch extra- und intradurale Blutungen eine Kompression des Markes hervorgerufen werden. Sekundär können noch Schädigungen durch nachträgliche Zunahme der winkeligen Knickung und Dehnung des Markes über eine scharfe Knochenkante entstehen. Das kann man namentlich bei ungenügender Behandlung der Frakturen beobachten, wenn die Wirbelsäule zu früh belastet wird und sich dadurch die Dislokation wieder herstellt, bzw. vermehrt. Da die Heilung der Wirbelfrakturen durch periostale Knochenapposition erfolgt, können durch die Kallusmassen oder durch Bindegewebswucherungen im Bereich der Rückenmarkshäute noch nachträglich Kompressionserscheinungen hervorgerufen werden.

Von den isolierten Frakturen der Wirbelfortsätze braucht in diesem Zusammenhang nicht gesprochen zu werden, da sie nicht mit Verletzungen des Rückenmarkes einhergehen.

Die isolierten Frakturen der Wirbelbögen sind nicht sehr häufig, was durch den soliden Aufbau aus Corticalis erklärlich ist. Abgesehen von den Schußverletzungen entstehen die Bogenbrüche durch eine von hinten her einwirkende Gewalt, die gewöhnlich den Dornfortsatz trifft. Dabei kann der Bogen auf einer oder auf beiden Seiten des Processus spinosus durchbrechen. Letztere Fälle sind natürlich die für das Rückenmark gefährlicheren, da das so herausgeschlagene Fragment leicht in die Tiefe des Wirbelkanals hineingetrieben werden kann. Bei einseitiger Fraktur braucht das Bogenstück nur wenig in Richtung auf das Rückenmark verschoben werden und kann sofort wieder in seine Normallage zurückkehren. Bei breit einwirkender Gewalt können mehrere Bögen gleichzeitig betroffen werden.

An der Halswirbelsäule komme viel häufiger Bogenfrakturen vor, als an den übrigen Abschnitten. Die Erklärung dafür ist einerseits die geringe Ausdehnung des Muskelpolsters, andererseits die starke Beanspruchung der Bögen auf Zug bei den gewaltsamen Flexionsbewegungen. Besonders am Atlas und Epistropheus können Bogenbrüche beobachtet werden, die an diesem als Querbrüche des Atlasringes auftreten können.

Diese Läsionen der Halswirbelsäule sind meist mit schweren, rasch tödlichen Verletzungen des Rückenmarkes verbunden. Auch bei den übrigen Bogenfrakturen ist eine Markläsion in der Regel vorhanden. Tritt sie primär nicht auf, so kann auch hier noch nachträglich die Kallusbildung zu einer Kompression führen.

Es sollen nun die Distorsionen und isolierten Luxationen angeführt werden. Überall, wo Luxationen vorkommen, treten bei leichterer Gewalteinwirkung Distorsionen auf. Sie werden von Einrissen der Bänder und Gelenkkapseln begleitet, wobei die Gelenkenden ihre Stellung beibehalten. Daher kommen Distorsionen an der Stelle der meisten Luxationen am häufigsten vor. Das ist die Halswirbelsäule, die ja die stärkste Beweglichkeit aufweist. Gelegentlich kommen sie in Begleitung anderer schwerer Verletzungen auch an anderen Abschnitten vor. Die hauptsächlichsten Ursachen für die Distorsion sind direkter Schlag auf den Hals oder seltener Muskelzug. Nach K o c h e r wirkt bei den Distorsionen oft die Kraft als Schlag oder Stoß vom Gesicht her ein, also im Sinne der Streckung. Da es nun bei dem so bewirkten Rückwärtsschieben der Wirbelkörper nicht zu einer Verhakung der Gelenkfortsätze kommt, erschöpft sich die Kraft in Zerrung und Zerreißung der Bänder und Kapseln. Wenn dabei das starke vordere und hintere Längsband nicht reißt, zieht es infolge seiner elastischen Beschaffenheit die nach hinten geschobenen Seitengelenksteile wieder

nach vorn. Distorsionen betreffen am häufigsten den 4., 5. und 6. Halswirbel.

Das Rückenmark erfährt bei dieser Verletzung kaum einmal eine Quetschung. Wohl aber sind bei den forcierten Bewegungen die Bedingungen zum Auftreten einer unter Umständen tödlichen Hämatomyelie erfüllt.

Die isolierten Luxationen der Zwischenwirbelgelenke, die ohne Schädigung der Bandscheibe und ohne Frakturen der Wirbelkörper einhergehen, sind in der Hauptsache einseitig. Man spricht dann von einer Luxation, wenn der obere Wirbel soweit nach vorne kommt, daß die hintere Kante seines Gelenkfortsatzes an die vordere Kante des Gelenkfortsatzes des unteren Wirbels zu stehen kommt oder sich mit ihm verhakt. Das bloße Aufeinanderrücken der Gelenkfortsätze dagegen wird als Subluxation bezeichnet, die ebenfalls ein- oder doppelseitig auftreten kann. Die doppelseitige Luxation ist meist mit schweren Verletzungen der Wirbelkörper verbunden und ist zu den Totalluxationen zu rechnen. Nach klinischen Beobachtungen hält K o c h e r das Vorkommen isolierter doppelter Luxationen für möglich, es fehlen allerdings derartige Sektionsbefunde. Jedenfalls kann man wohl die nicht ganz seltenen Fälle von doppelseitiger Verrenkung ohne Marksymptome hierher zählen. Sie entstehen durch forcierte Beugung, durch Stoß oder Fall auf den Kopf oder Schlag auf den Nacken. Welche von den bisher beschriebenen Fällen hierher und welche zu den Totalluxationen gehören, kann ohne Sektionsbefunde nicht entschieden werden. Doch dürften letztere nicht ohne schwerere Lähmungserscheinungen verlaufen.

Häufiger sind die einseitigen Luxationen; sie haben eine selbständige Bedeutung nur an der Halswirbelsäule und bestehen in einer Luxation des oberen Wirbels nach vorn. Sie bedeutet eine Übertreibung dessen, was bei jeder Rotationsbewegung der Wirbelsäule zustande kommt. Infolge der dadurch bedingten Stellungsanomalie des Kopfes wird sie auch als Rotationsluxation bezeichnet. Die Rotation ist aber keine reine, da die einseitige Hebung eines Wirbels eine Abduktion nach der gesunden Seite zur Folge hat, weswegen sie auch als Abduktionsluxation bezeichnet worden ist. In der Ätiologie dieser Rotationsluxation spielt in seltenen Fällen direkte Gewalteinwirkung eine Rolle, wie z. B. ein Schlag auf den Nacken. Viel häufiger sind indirekte Traumen, wie sie beim Sturz rücklings auf den Kopf zur Wirkung kommen.

Die Symptome von Seiten des Rückenmarks pflegen bei dieser Verletzung nicht sehr schwer zu sein. Mitunter fehlen sie ganz. Es können aber auch schwere Hämatomyelien beobachtet werden, die auch später durch sekundäre Verschiebung noch entstehen können.

Nach dem Vorgehen von K o c h e r trennt man von den bisher

beschriebenen partiellen Wirbelverletzungen die sogen. Totalluxationsfrakturen. Der Grund dafür ist das Verhalten des Rückenmarkes. Während dies bei den partiellen Läsionen nur teilweise und oft nur vorübergehende Schädigungen erleidet, ist es bei den Totalluxationsfrakturen fast ausnahmslos außerordentlich schwer geschädigt. Daß bei den partiellen Wirbelverletzungen keine schwerere Schädigung des Markes erfolgt, liegt daran, daß hochgradige Verschiebungen eines Wirbels gegen den anderen dabei nicht vorkommen. Es bleibt dabei eine von den Säulen, aus denen sich die Wirbelsäule aufbaut, mehr oder weniger intakt. Bei den sogen. Totalluxationsfrakturen dagegen erfolgt eine Kontinuitätsdurchtrennung sowohl der Wirbelkörpersäule, als auch der aus den Gelenkfortsätzen gebildeten, und so wird erst eine starke Verschiebung zwischen zwei Wirbeln möglich.

Man unterscheidet dabei drei verschiedene Möglichkeiten. Einmal die Totalluxation, bei der zu einer doppelseitigen Luxation der Seitengelenke eine Luxation des entsprechenden Wirbelkörpers im Bereich der Bandscheibe hinzukommt. Ferner die Luxationskompressionsfraktur, bei der zu der ein- oder beiderseitigen Luxation der Seitengelenke noch die Kontinuitätsdurchtrennung der Wirbelsäule im knöchernen Anteil als Kompressionsfraktur hinzutritt. Tritt an deren Stelle eine Schrägfraktur mit starker Verschiebung auf, so haben wir die dritte Form einer Totalluxationsfraktur. Es kann die Durchtrennung der aus den Gelenkfortsätzen gebildeten Säule in einzelnen Fällen auch durch Frakturen derselben entstehen, was aber bei ihrer festen Knochensubstanz selten ist.

Für die Genese der einzelnen Verletzungsformen in den verschiedenen Abschnitten der Wirbelsäule spielen ihre Bewegungsmöglichkeiten, besonders bei der Bewegung nach vorn, eine große Rolle, da die Rückwärtsbewegung bei den Verletzungen ganz in den Hintergrund tritt. Da nun an der ganzen Wirbelsäule die Beugungsmöglichkeit nach vorn überwiegt, erhält jede in Richtung der Achse einwirkende Kraft eine beugende Komponente. Diese macht sich um so stärker geltend, je mehr die Kraft, was oft der Fall ist, nicht rein in der Längsachse, sondern mehr von rückwärts angreift, und je größer die Beugungsmöglichkeit in dem gerade betroffenen Abschnitt ist. Daher werden Totalluxationen vor allem im Bereich der oberen Halswirbelsäule beobachtet. Wenn nun an den tieferen Teilen der Wirbelsäule die Beugungsmöglichkeit abnimmt, so wirkt sich die Kraft mehr als Kompression aus, so daß neben der Luxation der Seitengelenke Frakturen der Wirbelkörper entstehen. Bei größerer Beugungsmöglichkeit kommt es nach Luxationen der Seitengelenke zu einer Vorwärtsverschiebung eines Wirbels auf dem Folgenden. Wird diese dann gehemmt, so kommt es durch die nun einsetzende Kompressionswirkung zu einer Abscherung der

vorderen oberen Kante des unteren und der unteren hinteren Kante des oberen Wirbels. Das Ergebnis ist die Luxationsschrägfraktur. Bei geringerer Beugungsmöglichkeit kommt es infolge des Widerstandes der Seitengelenke gegen die Verschiebung nach vorn eher zur Einwirkung der Kompression. Da der obere Wirbel dann noch sehr wenig nach vorn geschoben ist, entsteht eine Kompressionsfraktur mit keilförmiger Konfiguration, von der oft zwei, seltener drei Wirbel betroffen werden.

Die Richtigkeit dieser Vorstellungen ergibt sich aus einer Zusammenstellung Kochers über die Prädilektionsstellen der einzelnen Verletzungen. In der folgenden Übersicht sollen die typischen Verletzungen der einzelnen Wirbelsäulenabschnitte dargestellt werden:

Ob. Halswirbelsäule:
- Distorsionen
- Isol. eins. Luxationen
- Totalluxationsfrakturen zwischen Atlas und Epistropheus (Abbrechen des Dens)

Unt. Halswirbelsäule:
- Totalluxationen
- Totalluxationsschrägfrakturen

Ob. Brustwirbelsäule:
- Luxationsschrägfrakturen
- Isol. Kompressionsfrakturen der Körper
- Luxationskompressionsfrakturen besonders Th. 4

Unt. Brustwirbelsäule:
- Luxationskompressionsfrakturen
- Luxationsschrägfrakturen

Lendenwirbelsäule:
- Isol. Kompressionsfrakturen
- Luxationskompressionsfrakturen besonders L. 1, L. 2 und L. 3.

Brack kommt auf Grund zahlreicher Sektionen zu dem Ergebnis, daß die Wirbelsäulenbrüche bei Überbeugung nach vorn, die Luxationen infolge Bandscheibenrisses bei Überstreckung nach hinten entstehen. Er will den von Kocher aufgestellten Begriff der Luxationskompressionsfraktur nicht mehr gelten lassen, da auch sonst die Verschiebung von Frakturenden nicht als Luxation bezeichnet werde.

Zur Entstehung der Luxationsfrakturen kommt nach Kocher außer der schon erwähnten Kompression von oben nach unten, die oft eine mehr oder minder starke beugende Komponente enthält,

noch der direkte Stoß gegen den Rücken in Betracht. Natürlich sind in der Praxis die verschiedenen Möglichkeiten oft miteinander kombiniert.

Totalluxationsfrakturen der beiden obersten Halswirbel betreffen meist das Gelenk zwischen Atlas und Epistropheus. Die Gefahr der Halsmarkverletzung wird zum Teil durch die an dieser Stelle relativ große Weite des Wirbelkanals vermindert, der eine nicht unbeträchtliche Verengerung erfahren kann, bis es zur Kompression kommt. Im allgemeinen wird der Atlas nach vorn vom Epistropheus luxiert. Dabei bricht entweder der Zahnfortsatz ab, oder schlüpft aus seinem Bandapparat heraus. Rückt dann der Atlas weiter nach vorn, so tritt infolge der Kompression sofort der Tod ein. Die isolierte Fraktur des Epistropheuszahnes kann ohne Rückenmarksläsion verlaufen, wenn sie nicht von einer Luxation begleitet wird.

Die Totalluxationen der Halswirbelsäule bei K o c h e r endigten sämtlich letal. Dem gegenüber stellte S t e i n m a n n 20 Fälle von totalen Halswirbelluxationen zusammen, die ohne schwerere Markschädigungen verliefen. Die Ätiologie dieser Fälle ist stets eine übermäßige Beugung durch verschiedene Ursachen.

Die starke Dislokation, die bei den Totalluxationsfrakturen soweit führen kann, daß ein Wirbel mit seiner Unterfläche auf die Vorderfläche des folgenden zu liegen kommt, führt fast immer zu einer ausgedehnten Zerstörung des Rückenmarkes. Entweder wird es dabei von dem Bogen des nach vorn luxierten Wirbels mitgenommen und gegen die obere Kante des unteren Wirbels gequetscht, oder ein nach hinten verschobenes Fragment führt eine mehr oder minder vollständige Kontinuitätsdurchtrennung herbei. Daneben spielen Kontusionen und Hämatomyelien eine Rolle, die ebenfalls zur Leitungsunterbrechung und Funktionsstörung führen.

Über die Schußverletzungen des Rückenmarkes sind unsere Erfahrungen d[illegible] den Weltkrieg wesentlich erweitert worden. Über ihre Häufigkeit liegen verschiedene Angaben vor: nach H u g e l betragen sie 0,2—0,3% der Kriegsverletzungen. Andere Schätzungen lauten auf 1—2%. Ein großer Unterschied gegenüber den Schußverletzungen des Friedens kommt durch die größere Mannigfaltigkeit der im Kriege zur Verwendung kommenden Schußwaffen und durch die größere Rasanz und Durchschlagskraft der modernen Waffen zustande. Das vorn spitze Mantelgeschoß moderner Infanteriegewehre erzeugt bei direktem Auftreffen aus nicht zu naher Entfernung einfache Schußkanäle. Bei Nahschüssen kommt infolge der hohen Geschwindigkeit eine Sprengwirkung zustande. Bei nur kleinem Einschuß besteht oft ein beträchtlich großer Ausschuß. Die kugelig gestalteten Schrapnellkugeln, die niemals die Geschwindigkeit der Infanteriegeschoße erreichen, erzeugen runde, wie ausgestanzte Wunden ohne wesentliche Differenz zwischen

Ein- und Ausschuß. Ganz unregelmäßige Verletzungen entstehen durch die rissigen, zerklüfteten Splitter der Explosivgeschosse. In erster Linie sind es die Sprengstücke der Artilleriegranaten, ferner die Splitter von Handgranaten und Minen. Wichtig ist, daß mit Ausnahme direkt auftreffender Infanteriegeschosse, die durch die Erhitzung meist steril sind, alle anderen Geschosse durch allerlei Verunreinigungen als infiziert zu gelten haben.

Eine Trennung zwischen Rückenmarks- und Wirbelsäulenschüssen läßt sich nicht durchführen. Einerseits dringt selten ein Geschoß durch ein Intervertebralloch ein, andererseits führen reine Wirbelsäulenschüsse ohne direkte Beteiligung des Rückenmarkes durch später zu besprechende indirekte Wirkungen zu einer Läsion desselben. Schußverletzungen des Rückenmarkes von vorn her werden ziemlich selten beobachtet, da die Patienten meist durch Verletzungen anderer Organe, wie Herz und große Gefäße oder Baucheingeweide sofort oder in kurzer Zeit ad exitum kommen.

In Analogie zu den Schädelschüssen spricht man von Streifschüssen, Tangentialschüssen und Durch- und Steckschüssen.

Charakteristisch für die Schußverletzungen der Wirbelkörper ist, daß ihre Tragfähigkeit dadurch nicht beeinträchtigt wird, und kein Einsinken mit keilförmiger Deformation erfolgt. Bei den Steckschüssen kann das matte Geschoß zwar noch die Spongiosa durchdringen, wird dann aber durch die festere Corticalis aufgehalten. Sofern sie in das Innere des Wirbelkanals reichen, können sie eine Kompression des Markes herbeiführen. Frei im Duralsack liegende Geschosse kommen selten vor. Sind sie vorhanden, so wandern sie oft, besonders in der Caudagegend.

Im Gegensatz zu den Wirbelkörpern splittern die getroffenen Bögen und Gelenkfortsätze ganz erheblich. Solche Splitter können dann ihrerseits noch eine Markschädigung herbeiführen, da sie von der lebendigen Kraft des Geschosses umhergeschleudert werden.

Typische Einschußstellen für Infanteriegeschosse und Schrapnellkugeln sind die Schultergegend, die Gegend oberhalb und unterhalb des Schlüsselbeins und die Gegend der Schultergräte. Bei Halsmarkverletzungen kommen oft Querschüsse vor, während in der Lendengegend Schrägschüsse häufiger sind. Diese Beobachtungen sind an dem Material der Lazarette gemacht. Es muß darauf hingewiesen werden, daß im Kriege zwischen den frischen Verwundungen an der Front und den in Lazaretten behandelten Fällen oft ein großer Unterschied besteht.

Die Schädigungen des Rückenmarkes entstehen durch die direkten und indirekten Wirkungen der modernen Schußwaffen. Wird es von einem Geschoß ganz durchschlagen, so ist es vollständig durchtrennt. Seine Enden sind weit nach oben und unten in eine erweichte zerfließliche Masse verwandelt. Neben dieser Querdurchtrennung kann bei Schrägschüssen, besonders wenn sich

das Geschoß ein mehr oder weniger langes Stück im Wirbelkanal fortbewegt, das Mark auf weite Strecken völlig zertrümmert werden. Daneben kommen partielle Verletzungen vor, die mitunter als Halbseitenläsion auftreten. Kompression des Markes entsteht durch Steckschüsse, Knochenfragmente und schließlich durch Blutungen. Die meisten rein direkten Verletzungen entstehen durch kleine scharfe Granat- und Minensplitter. Auf die bei den Schußverletzungen wichtigen indirekten Wirkungen wird später noch eingegangen.

Die Stichverletzungen des Rückenmarkes können, wenn sie mit großer Gewalt zustande kommen, Teile der knöchernen Wirbelsäule mit betreffen. Es sind Fälle bekannt, bei denen die betreffende Dolchklinge nach Durchsetzung des Wirbelkanals einen Wirbelkörper noch vollkommen durchbohrt hat. Meistens gehen aber die Stichverletzungen durch anatomisch bedingte Lücken. Die gewöhnlichste Ursache für derartige Verletzungen sind Messerstechereien. Das ergibt sich auch aus einer Zusammenstellung der in der Literatur beschriebenen Fälle. Von diesen entfällt die eine Hälfte auf den Halsteil, die andere auf den oberen Brustteil. Die Lendengegend ist so gut, wie nie verletzt. Die Erklärung dafür ist, daß bei Raufereien Kopf und Hals die wesentlichen Ziele sind. Im Bereich der Halswirbelsäule ist das Mark außerdem von den weit voneinander stehenden Bögen und horizontalen Dornfortsätzen nur wenig geschützt. Im Bereich der Brustwirbel, deren Dorne sich dachziegelförmig decken, wird dieser Schutz oft durch Beugung und Rotation des Körpers teilweise aufgehoben. Der Einstich liegt entweder in der Medianlinie oder etwas lateral davon.

Die Verletzung des Rückenmarkes besteht entweder in einer Totalläsion oder in einer mehr oder weniger stark ausgeprägten Halbseitenläsion.

Häufig beobachtet wird das Abbrechen der zur Verletzung benutzten Messer. Diese können oft jahrelang reaktionslos von den Patienten mit herumgetragen werden. P e r t h e s fand bei der Röntgenuntersuchung eines Mannes, bei dem ein komprimierender Tumor vermutet wurde, an dessen Stelle eine abgebrochene Messerklinge. Dieser Patient hatte vor 27 Jahren eine Stichverletzung des Rückens mit vorübergehender Lähmung erlitten. In der französischen Literatur wurde ein Fall beschrieben, bei dem eine Klinge 14 Jahre reaktionslos geblieben war.

Bei den indirekten Traumen handelt es sich um Fernwirkungen oder Prellschädigungen des Rückenmarks, deren Angriffspunkt oft weit außerhalb der Wirbelsäule liegt.

Einen großen Anteil daran haben die modernen Schußverletzungen. Es muß davor gewarnt werden, nach dem Schußkanal auf die Beteiligung der Wirbelsäule zu schließen. Es gibt einwandfreie Fälle von Markläsionen, bei denen die Geschoßbahn

weit außerhalb der Wirbelsäule verläuft und eine direkte Läsion ausgeschlossen werden kann. Zur Erklärung der Markbeteiligung hat man bei Thoraxschüssen eine Übertragung der Erschütterung auf die Wirbelsäule angenommen. Bei hohen Extremitätenschüssen kann vielleicht die Zerrung eines Plexus oder von Nervenwurzeln eine Rolle spielen. Völlig ungeklärt sind aber die Fälle von Extremitätenschüssen ohne Nervenverletzung. So wurden zwei Schüsse durch den Deltamuskel mit Schädigung des Rückenmarkes beobachtet, ohne daß ein Anhaltspunkt für ein brüskes Hinstürzen im Augenblick der Verletzung gegeben war.

Viel umstritten ist die sogenannte Commotio spinalis. In Anlehnung an den Begriff der Gehirnerschütterung versteht man darunter eine im Augenblick der Verletzung entstehende Veränderung der nervösen Substanz, wodurch die Funktion momentan vollkommen aufgehoben wird. Bei der Entstehung ist sicher das hydraulische Verhalten des Liquors von Bedeutung. Kocher bestreitet das Vorkommen einer reinen Commotio ohne anatomisches Substrat. Er nimmt vielmehr Veränderungen durch Blutung, Quetschung und Zerrung an. Durch die Kriegserfahrungen ist die Rückenmarkserschütterung ohne schwere organische Störungen wieder in den Vordergrund des Interesses getreten. Nach Oesterlen handelt es sich auch hieruei um anatomische Veränderungen, die aber rückbildungsfähig sind, wenn nicht Zellen vollständig zu Grund gehen. Man soll aber eine Erschütterung nur annehmen, wenn unmittelbar nach einem erheblichen Trauma schwere Erscheinungen mit motorischen und sensiblen Ausfällen auftreten, die nach kurzer Zeit wieder verschwinden. Diese können unter dem Bilde vollständiger oder teilweiser Querschnittsläsionen auftreten. Es spielen aber oft auch funktionelle und hysterische Momente in das Krankheitsbild hinein.

Bei der geschützten Lage des Rückenmarkes sind zur Entstehung einer Commotio große Gewalten, wie Schußverletzungen oder Explosionen, nötig. Am häufigsten wird die Brustwirbelsäule von einer Erschütterung getroffen, dann folgt die Lenden- und Halswirbelsäule.

Erscheinungen, die innerhalb einiger Stunden zurückgehen, kann man als Schock bezeichnen. Bei stärkerer Schädigung dauert die Rückbildung länger. Bei der durch kurzdauernde Gewalteinwirkung entstehenden traumatischen Nekrose ist die Schädigung irreparabel. Es kommt zum Untergang des geschädigten Nervengewebes infolge Zirkulationsstörungen. Diese Nekrosen können größere Strecken oder einzelne Herde betreffen.

Die Blutungen sind bei den Rückenmarksverletzungen nicht sehr wichtig. Extra- und intradurale Hämatome kommen durch Verletzung von Venenplexus, seltener von Arterien vor. Die Blutungen, die sich durch eine Öffnung der Dura extra- und intradural aus-

breiten können, machen seltener schwere Kompressionserscheinungen, da der Raum, in den sich das Blut ergießt, relativ weit ist. Infolge des entzündlichen Reizes entwickelt sich dann mitunter eine diffuse oder zircumscripte Meningitis serosa.

Größere Bedeutung kommt der intramedullären Blutung zu. Diese auf Grund klinischer und autoptischer Beobachtungen gewonnene Ansicht wurde experimentell nicht immer bestätigt. Die Blutungen ergießen sich bei der traumatischen Hämatomyelie mit Vorliebe in die gefäßreichere graue Substanz. Findet sich in dem mehr oder weniger erhaltenen Markzylinder eine in der Längsrichtung sich erstreckende blutige Erweichungshöhle, so hat man das Bild der Röhrenblutung. Daneben treten noch mehr lokalisierte Blutungen auf, die auch die weiße Substanz treffen können.

Die Ursache der Blutungen ist meist keine fortgeleitete Erschütterung, sondern scheint in einer traumatischen Überdehnung zu bestehen, wofür das Auftreten beim Tragen schwerer Lasten spricht. Auch bei plötzlichen ausgiebigen Bewegungen sieht man Hämatomyelien auftreten. Besonders werden sie an sehr beweglichen Abschnitten der Wirbelsäule beobachtet, vor allem im unteren Cervicalmark.

Die Schädigungen des Rückenmarkes bei der Hämatomyelie besteht in direkter Zerstörung nervöser Elemente und dem Druck des ausgetretenen Blutes auf die Nachbarschaft. Die Blutung erreicht ihren Höhepunkt gewöhnlich sehr schnell, kann aber oft nach Stunden und Tagen noch an Ausdehnung zunehmen.

Neben den akuten Infektionen, die im Anschluß an infizierte oder offene Verletzungen entstehen, sind verschiedene chronische Veränderungen der Rückenmarkshäute von Bedeutung. Man unterscheidet die fibroplastischen Prozesse, die in Verwachsungen und Schwielenbildungen inner- und außerhalb der Dura bestehen; sie führen nachträglich oft zu Kompressionserscheinungen. Daneben kennt man serös-exsudative Vorgänge, wie die Meningitis spinalis serosa; sie beruht auf Zirkulationsstörungen und Stauungszuständen, die zum Teil durch die eben erwähnten Verwachsungen bedingt sind. Bei der häufigsten lokalen Form bilden sich liquorgefüllte Zysten, die meist zu Zerstörungen des Rückenmarks durch Druck führen.

Vom pathologischen Standpunkt unterscheidet man zweckmäßig primäre und sekundäre Verletzungen. Bei den ersteren handelt es sich um die mehr oder weniger ausgedehnten Zerquetschungen und Zertrümmerungen des Markes nach Verletzungen, wobei die Dura oft unversehrt ist. Dazu kommen die Hämatomyelien und die disseminierte Myelitis. Zu diesen primären Markläsionen gehört auch die Rückenmarkserschütterung, doch sind bei ihr, wenn die Erscheinungen schnell zurückgehen, histologische Veränderungen nicht nachweisbar. Schon kurze Zeit nach einer Verletzung bildet

sich an den Wundrändern eine stärkere Quellung und Degeneration des Nervengewebes heraus, so daß auch glatte Schnittwunden eine größere Ausdehnung erfahren. Diese traumatische Degeneration umfaßt Quellung der Achsencylinder, Bildung von Myelinkörpern und chemische Umwandlung der Markscheidensubstanz. Tritt eine Entzündung dazu, so spricht man von traumatischer Myelitis. Doch bestehen zwischen dieser und der traumatischen Degeneration fließende Übergänge. Die Wundheilung erfolgt durch Resorption der erweichten Massen durch Makrophagen, die aus Gliazellen und ruhenden Wanderzellen hervorgehen. Nach Samarin tritt dabei eine H-ionen Konzentration auf, die am zweiten Tage am stärksten ist. Von dieser lokalen Acidosis soll die Entwicklung von Kapillaren angeregt werden. Der Defekt, der nach der Resorption bleibt, wird von Gliagewebe ausgefüllt, so daß eine bindegewebige Narbe entsteht. Leicht geschädigte Nervenelemente können sich erholen, während eine Regeneration zerstörter Leitungsbahnen wohl mit Sicherheit auszuschließen ist. Darüber veröffentlichte Yamada experimentelle Untersuchungen. Er glaubt, daß heranwachsende Nervenfasern an einer Wiedervereinigung von einer bindegewebigen Scheidewand gehindert werden, die sich quer zur Achse zwischen die beiden Enden einschiebt und die von den quer verlaufenden Gefäßen der Pia gebildet werden soll. Im Gegensatz dazu stände die Gefäßversorgung peripherer Nerven parallel zur Achse, so daß dabei kein Regenerationshindernis auftreten könne.

Die seltenen Fälle von versuchter funktioneller Wiederherstellung durch kurz nach der Verletzung ausgeführte Naht des Rückenmarkes (Fowler, Stewart, Harte) sind nicht geeignet, eine Regenerationsmöglichkeit anzunehmen. Auch bei Tierexperimenten zeigte sich keine Spur einer Regeneration.

Aus der Hämatomyelie kann sich nach Resorption des Blutergusses ein der Syringomyelie ähnliches Bild entwickeln.

Als Myelitis bezeichnet man Veränderungen, die mit Hyperämie, Transsudation und Emigration von Leukozyten beginnen. Sie führen zu parenchymatöser Degeneration und Erweichung. Eine bakterielle Myelitis entsteht oft bei den komplizierten Kriegsverletzungen. Viel umstritten ist die disseminierte Myelitis. Sie hat Beziehungen zur transversalen und diffusen Myelitis und zur multiplen Sklerose.

Die von den Verletzungen hervorgerufenen Unterbrechungen der Leitungsbahnen führen zur sekundären Degeneration. Nach dem Waller'schen Gesetz stirbt eine von ihrer Nervenzelle abgetrennte Faser ab, da sie keine physiologische und trophische Selbständigkeit besitzt. Das bedeutet, daß die Fasern aufsteigend degenerieren, deren Zellen unterhalb der Verletzungsstelle liegen, während die absteigende Degeneration erfolgt, wenn die Ur-

sprungszellen über der Läsionstelle liegen. Mit anderen Worten degenerieren die Bahnen im Sinne ihrer Leitung. Aufsteigend degenerieren demnach: die Hinterstränge, der Kleinhirnseitenstrang, das Gowers'sche Bündel und die Kommissurenfasern. Absteigend degenerieren: die Pyramidenbahnen, das Monakow'sche Seitenstrangbündel und das Schultze'sche Bündel. Experimentelle Untersuchungen ergaben, daß die einzelnen Leitungen nach verschiedener Zeit ergriffen werden, daß aber am 15. bis 20. Tage alle degenerationsfähigen Bahnen beteiligt sind.

Bei den sekundären Markschädigungen handelt es sich um Prozesse, die von außen einen wachsenden Druck ausüben. Die Kompression kann entstehen durch Geschosse, Kallus und dislozierte Knochensplitter. Häufiger sind es auch Prozesse an den Rückenmarkshäuten, wie die Pachymeningitis externa, die oft auf der Basis eines Blutergusses entsteht; sie zeigt dicke schwartige Auflagerungen rings um die Dura und kann durch Schrumpfung zur Kompression führen. Die Arachnitis adhaesiva umgibt das Mark und die Wurzelaustritte mit zarten milchig getrübten Membranen, die aber auch reaktionslos vorhanden sein können. Durch Verklebungen der Arachnoidea kann es zu Liquorabsackungen kommen, die das Mark wie ein Fremdkörper komprimieren. Unter dem Kriegsmaterial wurden meningeale Veränderungen sehr häufig beobachtet. Nach Marburg und Ranzi in 121 von 142 Fällen.

Bei der Betrachtung der klinischen Erscheinungen nach Rückenmarksverletzungen trennt man aus praktischen Gründen die totalen von den partiellen Läsionen ab. Es soll zunächst auf die totale Querschnittsdurchtrennung eingegangen werden. Dabei kommt es zu völliger anatomischer Durchtrennung und Zertrümmerung der nervösen Substanz. Aber auch durch histologische Veränderungen können die nervösen Apparate dauernd außer Funktion gesetzt werden.

Alle akuten schweren Rückenmarksverletzungen gehen mit ausgesprochenen Schockerscheinungen einher. Die Patienten stürzen nach der Verletzung sofort zusammen. Ihre Haut ist blaß und mit kaltem Schweiß bedeckt. Störungen des Bewußtseins sind selten; mitunter besteht starkes Erbrechen. Bei ganz schwerer Markzertrümmerung geht dieser Zustand ohne irgend eine Besserung in den Tod über.

Zum klinischen Bild der totalen Querschnittsdurchtrennung gehört komplette schlaffe motorische und sensible Lähmung für alle Reizqualitäten. Die motorische Lähmung ist eine totale, da die psychomotorischen corticospinalen Leitungen durchtrennt sind. Sie erstreckt sich daher auf alle Muskeln, deren spinale Kernzentren in den Vorderhornzellen unterhalb der Verletzungsstelle und innerhalb des geschädigten Segmentes liegen. Die Muskeln zeigen eine motorische Paralyse mit Tonusverlust und Areflexie. Nach einiger

Zeit entsteht daraus eine Atrophie sämtlicher Gewebe, wie Muskeln, Knochen etc. Da nun die Sehnen, Haut- und Periostreflexe sich in den spinalen Reflexbögen abspielen und da die in den Pyramidenbahnen verlaufenden reflexhemmenden Fasern durchtrennt sind, so wäre eigentlich eine Steigerung der Reflexe zu erwarten. Zur Erklärung für diesen Widerspruch nimmt man an, daß durch den Verletzungsreiz Hemmungsbahnen gereizt werden, die eine Reflexhemmung bedingen. Mit dieser Annahme würde auch das spätere Wiederauftreten der Reflexe gut vereinbar sein. Nach Kocher entsteht eine Schädigung der tiefer gelegenen Reflexapparate durch Blut- und Lymphzirkulationstörungen.

Das Bastian-Bruns'sche Gesetz, wonach bei totaler Querläsion sämtliche Reflexe erloschen sind, läßt sich auf Grund der Kriegserfahrungen nicht mehr in der strengen Form aufrecht erhalten. Es hat sich nämlich gezeigt, daß das Erhaltenbleiben einzelner Haut- oder Sehnenreflexe bei sonst typischer Totalläsion nicht ohne weiteres gegen diese spricht. Auch bei anatomisch sichergestellter Totalläsion sind mitunter die Patellarreflexe monatelang erhalten. Selbst Spontanbewegungen oder spastische Phänomene in gelähmten Gliedern sprechen nicht gegen Querläsion. So wurde ein Fall beschrieben, bei dem neben völligem motorischem Ausfall beider unterer Extremitäten mit Anästhesie, Blasen- und Mastdarmlähmung, Fehlen der Bauchdecken- und Cremasterreflexe, die Sehnenreflexe links normal vorhanden und rechts stark gesteigert waren. Rechts war Fußklonus, Babinski und Oppenheim auslösbar. Dazu kam ausgesprochene Spontanbeweglichkeit. Auf Grund dieser Symptome glaubte man nicht an eine totale Querschnittsläsion. Bei der Operation fand man eine glatte Durchtrennung des Markes durch eine Schrapnelikugel; es fanden sich zwischen den von einander entfernten Enden nur noch dürftige, mit der Dura verbundene Wurzelreste. Andrerseits sind die Sehnenreflexe oft unmittelbar nach der Verletzung auch dann aufgehoben, wenn es sich garnicht um eine Totalläsion handelt. Der Grund ist in der schweren Schockwirkung zu suchen. Kehren die Reflexe dann nicht nach einigen Tagen wieder, so spricht das für eine definitive und irreparable Markschädigung. Die Hautreflexe können bei Querschnittsläsion aufgehoben oder erhalten sein; oft sind sie pathologisch verändert. Da die Hautreflexe als cerebrale Reflexe aufgefaßt werden, die sich in einem System übereinander geschalteter Reflexbögen abspielen, deren oberster bis ins Gehirn reicht, so müßte die Unterbrechung der Leitung zum Gehirn einen Reflexausfall zur Folge haben. Daß sie trotzdem erhalten sein können, wird so erklärt, daß an der Trennungsstelle eine Summation von sensiblen Reizen erzeugt wird. Der peripher ausgelöste Impuls muß sich nun einen Weg in die Bahnen der unteren Marksegmente suchen. Daher kommen eine Anzahl der

erhaltene Reflexe, wie der Bauchdecken- und Cremasterreflex in physiologischer Form zustande, sind jedoch gesteigert. Es kann auch die Stauung der Erregung auf benachbarte Bahnen überspringen; dann wird neben abnormer Stärke eine ungewohnte Ausbreitungsform der Hautreflexe beobachtet. Diese können bei Querläsion nicht nur von der Fußsohle, sondern auch von anderen Stellen der unteren Extremität ausgelöst werden. So kommt eventuell beim Kitzeln der Fußsohle statt einer Plantarflexion der Zehen und Dorsalflexion des Fußes mit geringer Bewegung des Oberschenkes eine starke Flexion im Hüft- und Kniegelenk mit Auswärtsrotation des Knies zustande. Auch das Babinski'sche Zeichen, das für eine Pyramidenläsion spricht, kann man gelegentlich beobachten.

Kocher erwähnt noch einige bei Männern von der Genitalgegend auslösbare pathologische Reflexe. Bei rascher und intensiver Kompression eines Testikels führt der Patient eine Rumpfbeugung nach der gereizten Seite aus oder zeigt eine starke Kontraktion der gleichseitigen Bauchmuskulatur. Neben diesem sog. Hodenreflex läßt sich durch Berühren der Genitalien, des Oberschenkels und des Dammes oder Druck auf die Blase der Erektions- und in seltenen Fällen auch der Ejakulationsreflex auslösen.

Die sensible Lähmung ist eine vollkommene für sämtliche Empfindungsqualitäten, deren Grenze durch die sensiblen Wurzeln des obersten völlig zerstörten Segmentes bestimmt wird. Die Grenzlinie verläuft oft etwas unregelmäßig, da die Zerstörung des Rückenmarkes sich nicht an die Segmentgrenzen hält und sich neben der Läsionsstelle noch partiell geschädigte Partien finden. Auch braucht die Grenze nicht auf beiden Seiten in gleicher Höhe zu verlaufen, da die Trennung nicht immer genau horizontal erfolgt. Doch sind größere Unterschiede bei Totalläsionen meist nicht festzustellen; sind sie vorhanden, so spricht das eher für eine partielle Schädigung. Durch die ungleichmäßige Läsion der Grenzzonen ist es auch zu erklären, daß sich oben an das Gebiet völliger Anästhesie eine schmale Zone anschließt, in der Berührung empfunden wird, während Schmerzempfindung noch aufgehoben oder deutlich abgeschwächt ist. Die Grenze für Kälteempfindung k .n noch höher liegen. Noch weiter oben folgt die Grenze der ' ärmeempfindung, doch kann die Wärme- und Kälteempfindung mit der analgetischen Zone zusammen fallen. Analgesie und Thermoanästhesie liegt mitunter bis zu zwei Segmenten höher, als die vollständige Anästhesie. Oberhalb der analgetischen Zone kann sich eine ein bis zwei Segmente umfassende hyperalgetische Zone anschließen. Diese kann für den Patienten außerordentlich quälend sein. Sie erklärt sich durch entzündliche Reizung der an der oberen Grenze der Verletzungsstelle eintretenden sensiblen Fasern. Für diese Erklärung durch auf-

steigende Myelitis spricht auch ein Fall von Kocher, bei dem durch die aufsteigende Myelitis nicht nur die Sensibilitätsgrenze, sondern auch die Zone der Hyperästhesie nach oben rückte.

Ein Symptomenkomplex, der sich bei allen totalen Querschnittsläsionen findet, ist die schwere Störung der Blasen- und Mastdarmfunktion. Die Blasenstörung besteht zunächst in einer hartnäckigen Urinretention. Um das vielgestaltige Bild dieser Störungen zu erklären, sollen einige Worte über die normale Innervation gesagt werden. In die Blasenwand ist ein Nervennetz eingelagert, das eine gewisse nervöse Selbständigkeit bedingt. Diese wird durch eine doppelte in ihrer Wirkung einander entgegen gerichtete von außen herantretende Innervation gesteuert. Sie erfolgt durch sympathische Fasern, die aus dem 4. bis 6. Lumbalsegment stammen und über den Plexus hypogastricus zur Blase gelangen und durch parasympathische Fasern aus dem 2. bis 4. Sakralsegment, die durch den Nervus pelvicus in die Blasenwand eintreten. Das spinale Blasenzentrum ist durch motorische und sensible Leitungen mit Zentren im Gehirn verknüpft. So sind wir über den Füllungszustand der Blase orientiert, andrerseits ist es möglich, den Sphinkter willkürlich zu beeinflussen.

Tritt eine Verletzung über dem spinalen Zentrum ein, dann fehlt die Orientierung über den Füllungsgrad und der willkürliche Einfluß auf die Entleerung. Durch Wegfall hemmender Fasern kann der Sphinkter in einen reflektorischen Kontraktionszustand kommen, so daß Retention eintritt. Der Druck steigt im Inneren der Blase gewaltig an. Wird nicht für künstliche Entleerung gesorgt, so kann der Patient an urämischen Erscheinungen nach Tagen ad exitum kommen. Es kommt in schweren Fällen auch zur Blasengangrän mit nachfolgender Perforation und tödlicher Peritonitis. Meistens wird aber der Widerstand des Sphinkters überwunden und es kommt aus der maximal gefüllten Blase zum tropfenweisen Harnabfluß, der sogen. Ischuria paradoxa. Mitunter kommt es bei großem Druck auch zu einer Entleerung im Strahl, was man auch als intermittierende Inkontinenz bezeichnet. Ferner kann das spinale Zentrum selbst von der Läsion betroffen werden. Dann sind sowohl der Detrusor als auch der Sphinkter dauernd schlaff und der Harn träufelt fortwährend ab. Diese Form der Inkontinenz und die vorher erwähnte Retention können sich insofern ausgleichen, als nach einiger Zeit eine Blasenautomatie auftritt, bei der sich die Blase in gewissen Zeitabständen von selbst (automatisch) entleert. Dabei bleibt stets ein Restharn von 50 bis 200 $cm^3$.

Analoge Verhältnisse sehen wir beim Mastdarm, in dessen Wand ebenfalls autonome Zentren vorhanden sind. Dazu kommen Fasern aus dem Sakralmark auf dem Wege über den N. pelvicus. Außerdem gelangen Fasern aus dem 2. bis 4. Lumbalsegment über

den Grenzstrang und das Ganglion mesentericum inferius in das Rektum. Das Großhirn ist durch zentripetale und zentrifugale Bahnen wieder übergeordnet. Tritt die Querläsion über dem spinalen Zentrum ein, so fehlt auch hier die Orientierung über den Füllungsgrad. Der Sphinktertonus kann durch Wegfall von Hemmungsfasern gesteigert sein, meistens ist er jedoch schlaff. Bei Zerstörung des spinalen Zentrums erschlafft die Ampulle und der Sphinkter vollkommen. Es kommt zum Abfließen dünneren Darminhaltes, während konsistentere Massen vom Analring zurückgehalten werden. Durch die autonome Innervation des Rektums ist eine gewisse Wiederherstellung des Entleerungsmechanismus möglich. Wenn sich ein gewisser Tonus wiederherstellt, besteht bei periodischen Entleerungen nicht zu dünnen Fäzes eine gewisse Kontinenz.

Diese Funktionsausfälle bedingen für den ganzen Verlauf wichtige Komplikationen. Die Störung der Harnentleerung erfordert häufigen Katheterismus. Sowohl dadurch, als auch durch Ausscheidung von Bakterien seitens der Niere kommt es zur Blaseninfektion mit ihren Folgen, das heißt, es entsteht die ascendierende Pyelitis und Pyelonephritis. Der Exitus erfolgt dann unter den Symptomen der Urämie bzw. der Urosepsis. Durch die gleichzeitig vorhandene Vasomotorenlähmung und die Harnstauung entsteht eine Veränderung der Schleimhaut der Harnwege. Es kommt zur Epitheldesquamation, die u. a. im Verein mit der Infektion für die nach Totalläsionen oft beobachtete Steinbildung verantwortlich gemacht wird. E s a u beschreibt einen Fall, bei dem die operative Entfernung der total exfoliierten Blasenschleimhaut vorgenommen werden mußte. K o c h e r nimmt an, daß an der Verletzungsstelle abgebaute Kalksalze zur Steinbildung benutzt werden. S e e f i s c h berichtet über einen Fall, bei dem 8 Wochen nach vorübergehender Lähmung infolge Wirbelfraktur im rechten Ureter zwei Steine entfernt wurden. Da der eine von diesen die Wand fest inkrustiert hatte, mußte er an der Stelle entstanden sein. Vielleicht war durch das Trauma eine lokale Verletzung mit Bluterguß entstanden, um den sich dann die Phosphate niedergeschlagen haben. Die Bildung von Nierensteinen bei Frakturen, insbesondere bei Wirbelbrüchen, ist eine in letzter Zeit recht häufig beobachtete Erscheinung.

Durch Zusammenwirken aller bisher beschriebenen Störungen entsteht der mit Recht so gefürchtete Dekubitus und zwar an den Stellen, mit denen die Patienten auf der Unterlage aufliegen, das ist über dem Sakrum, der Scapula, den Dornfortsätzen, den Trochanteren, am vorderen Abschnitt der Crista ilei, ferner am Fersenbeinhöcker und an den Malleolen. Der bloße Sensibilitätsverlust genügt, wie schon K o c h e r nachweisen konnte, nicht zur Entstehung von Dekubitus. Es kommt die durch den Motilitäts-

ausfall bedingte Unbeweglichkeit der Patienten dazu. Da sie dauernd auf derselben Stelle liegen, kommt es zusammen mit der Vasomotorenlähmung zu einer Ernährungsstörung der Haut, die sich als Vorstadium des Dekubitus oft durch eine blau-rote Verfärbung zu erkennen gibt. Bei der Inkontinenz der Patienten kommt dazu noch eine Hautschädigung durch dauernde Verunreinigung mit Stuhl und Urin. Die größte Gefahr des Dekubitus ist die Infektion, die unter septischen Erscheinungen zum Tode führt.

Es sollen noch einige Beobachtungen mitgeteilt werden, die öfter an Rückenmarksverletzten gemacht wurden. So berichteten Stiefler und Sabat während des Krieges über eine eigenartige Rumpfhaltung bei Schußverletzten. In horizontaler Körperlage ist der sagittale und frontale Durchmesser der unteren Thoraxpertur vergrößert. Der ganze Thorax macht einen starren Eindruck, die unteren Intercostalräume escheinen verbreitert, der Bauch ist muldenartig eingezogen. Insgesamt eine Rumpfstellung, wie man sie an Leichen sieht. Der Grund dafür ist außer mechanischen Momenten eine Leere und Erweiterung der Verdauungsorgane. Andrerseits beobachtet man bei Verletzungen im Brustteil oft starken Meteorismus und damit verbundene Atem-insuffizienz. Weiterhin beschreibt Kausch einige Fälle, wo bei der Obduktion nach totaler Querschnittsläsion eine enorme Magendilatation gefunden wurde. Es scheint dabei jedoch die Rückenmarksaffektion nur ein mitwirkendes Moment zu sein, indem sie den Tonus der Muskulatur im Verdauungstraktus herabsetzt; dazu kommt noch eine vorher schon bestehende Disposition und der allgemeine Marasmus.

Durch die Vasomotorenlähmung entsteht eine abnorme Blutverteilung. Marburg und Ranzi wiesen auf eine außerordentlich starke pastöse Schwellung der Beine hin, bei der der Fingerabdruck nicht bestehen bleibt. Die Erscheinung wird mit Zirkulationsstörungen im Lymphgefäßapparat erklärt; sie spricht für eine irreparable Querläsion und kann daher als prognostisch ungünstiges Zeichen gewertet werden. Infolge der erwähnten Blutüberfüllung der Beine fehlt es den inneren Organen vielfach an Blut. Die Herabsetzung der Harnmenge bei solchen Patienten hat man durch Anämie der Nieren zu erklären versucht.

Nach Beobachtungen von Schultz und Hanken zeigt der Liquor bei den einzelnen Formen von Rückenmarksverletzung ein verschiedenes Verhalten. Ist der Liquor makroskopisch und mikroskopisch unverändert, dann kann man mit großer Rückbildungsfähigkeit der Erscheinungen rechnen. Steht der Liquor unter erhöhtem Druck und findet sich Zellvermehrung und Blutbeimischung, dann ist die Markschädigung schwerer und die Prognose ernster. Bei ganz schweren Markzertrümmerungen ent-

hält der Liquor reichlich Blutbeimischung und ist stark gelb gefärbt. Knauer hält die Blutbeimengung für nicht so wesentlich; er legt großen Wert auf die Pulsation des Liquors bei der Lumbalpunktion. Diese von den Hirngefäßen aus erzeugten Pulsationen fehlen, wenn die Dura durchlöchert ist. Bei sekundärer Verklebung sind allerdings diagnostische Irrtümer möglich.

Daß auch die Liquormenge gelegentlich pathologisch vermehrt sein kann, zeigt eine Beobachtung von Giß, der nach einer Stichverletzung zwischen 6. und 7. Halswirbelbogen ein wochenlanges Ausfließen von Liquor aus der Wunde sah. Die insgesamt ausgeflossene Menge wird auf mindestens 30 l. geschätzt. Es traten während der ganzen Zeit sehr heftige Schmerzen auf, die vielleicht auf Druckschwankungen im Gehirn zurückzuführen sind.

Von den totalen Läsionen bestehen fließende Übergänge zu den partiellen. Im Gegensatz zu diesen zeigen sie keine schlaffe motorische Lähmung, sondern Spasmen, die entweder von vornherein vorhanden sind, oder sich noch nachträglich einstellen. Eine sensible Störung ist fast stets vorhanden, doch ist sie nicht so intensiv, wie die motorische und kann in leichten Fällen auch fehlen. Die Funktion von Blase und Mastdarm ist anfänglich immer gestört, doch erreicht diese Störung selten höhere Grade. Sie bildet sich weitgehend zurück, wenn nicht tiefsitzende spinale Zentren lädiert sind. Auch die vasomotorischen Störungen haben eine Rückbildungstendenz. Als vasomotorische Reizerscheinung muß auch der häufig vorhandene starke Priapismus aufgefaßt werden. Die Reflexe sind im Gegensatz zur Totalläsion gesteigert.

Das klinische Bild der partiellen Markläsion hängt von ihrer Höhenlokalisation ab. Doppelseitige Läsionsstellen im Halsmark schädigen den Ursprung der Armnerven und sensible Wurzelgebiete, ferner die langen motorischen Bahnen für Rumpf und Beine. Es kommt dann zu degenerativ-atrophischen Lähmungen und radikulär orientierten Sensibilitätsausfällen der oberen Extremitäten. Dazu treten Lähmungen spastischer Natur und diffuse Sensibilitätsstörungen im distalen Körperabschnitt, besonders an den Beinen. Bei Läsionen des oberen Halsmarkes kommen Bulbärsymptome zustande, in Form von Schluck- und Atembeschwerden und Pulsbeschleunigung. Schädigungen des unteren Halsmarkes führen zu charakteristischen Finger- und Handlähmungen, die als Klumpke'sche Lähmungen bekannt sind. Im Dorsalmark sind die Zeichen der Segmentschädigung meist weniger auffällig. Klinisch bestehen schwerere oder leichtere Paraparesen der Beine mit einer Hypästhesie, die entweder bis zum Niveau der Läsion reicht, oder durch besondere gürtelförmige Zonen nach oben abgegrenzt ist. Im Lendenteil können durch partielle Läsionen analoge Bilder entstehen, wie im Cervicalmark. Es kann im Bereich der Lendenwurzeln eine atropisch-degenerative Lähmung mit radiculär an-

geordneter Anästhesie bestehen. Dem gegenüber ist im sakralen Wurzelgebiet die Sensibilität aufgehellt und es bestehen spastische Lähmungen, was sich durch Fußklonus, Babinski und Oppenheim ausdrückt; doch ist das selten, da dazu circumscripte Prozesse nötig sind. Meistens sieht man bei bilateralen Lendenmarksaffektionen spastische Paraparesen der Beine mit einer sich gleichmäßig über den ganzen lumbosakralen Innervationsbereich erstreckenden Sensibilitätsstörung, doch kann sie auch die lumbalen Wurzelfelder stärker, als die sakralen betreffen.

Wenn eine partielle Läsion ganz oder vorwiegend auf die eine Hälfte lokalisiert ist, so hat man den Symptomenkomplex der spinalen Hemiplegie, bei dem man das Brown-Séquard'sche Syndrom von der Oppenheim'schen Hemiplegie abtrennt. Das reine Bild einer vollkommen einseitigen Querdurchtrennung ist nur experimentell darzustellen. Durch Verletzungen kommt es natürlich nicht so rein zustande, am meisten entsteht es noch bei Stichverletzungen.

Man findet beim Brown-Séquard'schen Symptomenkomplex auf der Seite der Verletzung eine Pyramidenlähmung, da die motorischen Bahnen nach Kreuzung in der Medulla oblongata im Rükkenmark ungekreuzt verlaufen. Die von unterhalb der Verletzungsstelle aus innervierten Muskeln zeigen dann eine spastische Lähmung, da der Reflexbogen erhalten bleibt, und Inaktivitätsatrophie. Die Reflexe sind gesteigert. Ferner sieht man eine Abschwächung oder Aufhebung der Tiefensensibilität, die sich mitunter durch Ataxie bemerkbar macht, wenn die Motilitätsstörung eher zurückgeht. Dazu kommt noch eine Vasomotorenlähmung durch Unterbrechung ihrer im Seitenstrang verlaufenden Fasern. Diese Störung tritt außer durch Rötung und Temperatursteigerung häufiger durch zyanotische Hautfärbung und hochgradige Abkühlung in Erscheinung, da die kapillare Hautzirkulation gestört ist. Schließlich ist noch auf der Verletzungsseite eine stärkere oder schwächere Hyperästhesie der Haut vorhanden. Sie wird durch die Annahme erklärt, daß die Bahnen für die Berührungsempfindung etwa zu gleichen Teile gekreuzt und ungekreuzt verlaufen. Bei der Unterbrechung einer Bahn wird die andere von einem Strom doppelter Intensität durchflossen. Die Impulse springen deshalb auf die nicht unterbrochenen Schmerzleitungsbahnen über. Auf der unverletzten Seite sieht man Störungen in der Empfindung für Schmerz und Temperatur, die bis zu völliger Analgesie und Thermoanästhesie gehen können. Nach Kocher sind diese beiden Erscheinungen nicht immer miteinander verknüpft. Sie werden dadurch erklärt, daß die entsprechenden Bahnen zum größten Teil gekreuzt verlaufen, so daß der ungekreuzte Rest nicht für den größeren zerstörten Anteil eintreten kann. Da das geschilderte Zustandsbild, wie erwähnt, selten rein ist, sieht man in der Praxis

auf der Verletzungsseite vorwiegend motorische Ausfälle mit Störungen der Tiefensensibilität, auf der anderen Seite solche der Schmerz- und Temperaturempfindung.

Bei Läsionen des Halsmarkes entsteht der sogen. Horner'sche oculo-pupilläre Symptomenkomplex durch Unterbrechung der Fasern, die von der Medulla oblongata zum Centrum ciliospinale verlaufen. Von diesem ziehen dann durch die 8. Cervical- und 1. und 2. Thorakalwurzel und ihre Rami communicantes Fasern zum Halssympathicus hin. Es entsteht dann Pupillenverengerung durch Lähmung des Dilatators und Verengerung der Lispalte durch Lähmung der glatten Orbitalmuskeln und leichtes Zurücksinken des Bulbus. Daneben besteht einseitige Lähmung der vasokonstriktorischen Sympathicusfasern für die Gefäße der Gesichtshaut und der sekretorischen Fasern für die Schweißdrüsen mit folgender Hyperämie und Hyperthermie des Gesichts und Anhidrosis.

Durch einen entzündlichen Prozeß an den vasomotorischen Sympathicusfasern in der Retina und Iris erklärten Déjerine und Regnard die von ihnen beobachteten Sehstörungen bei Rückenmarksverletzten. Sie sahen längere Zeit nach der Verletzung einen trägen Pupillarreflex und temporale Gesichtsfeldeinschränkung für weiß und grün. Traumatische Pupillenstarre wurde von Dreyfuß nach Läsion des 3. Cervicalsegmentes beobachtet.

Hier soll noch auf die nach Halsmarkverletzungen oft beobachteten Temperaturanomalien hingewiesen werden. So sah Teale bei einem Fall Temperaturen von 50° C. Bezeichnend für diese Hyperpyrexie ist, daß der Puls dabei seine normale Frequenz beibehält oder nur mäßig beschleunigt ist. Auch postmortale Temperatursteigerungen wurden beobachtet. Die Ursache dieser Erscheinungen ist ebenso unklar, wie die für eine gelegentliche Apyrexie von unter 28° C, bei der die Pulsfrequenz gewöhnlich abnimmt.

Seit dem Krieg kennt man noch eine weitere Form von Halbseitenläsion, die sogen. cerebrale Hemiplegie (Oppenheim). Sie unterscheidet sich von der Brown-Séquard'schen dadurch, daß die motorischen und sensiblen Störungen auf der gleichen Seite liegen. Neben Motilitätsausfall besteht eine gleichseitige Aufhebung der Empfindlichkeit für alle Gefühlsqualitäten. Mitunter kommen auch anfängliche, meist schnell zurückgehende Lähmungen der gekreuzten Extremität zustande. Zur Erklärung nehmen manche Autoren doppelseitige Markstörungen an, wofür vielleicht auch die initiale Doppelseitigkeit der Erscheinungen spricht. Oppenheim nimmt eine anatomische Anomalie an, derart, daß die sensible Kreuzung ausbleibt.

Zu den partiellen Markläsionen gehören noch Erscheinungen

radikulären segmentalen Charakters. Das Zustandsbild wird von mehr oder weniger circumscripten Prozessen einzelner Wurzeln oder Segmente beherrscht. Die Symptome der Leitungsunterbrechung fehlen ganz oder gehen nach kurzer Zeit wieder zurück. Diese Erscheinungen werden meistens durch meningeale Prozesse hervorgerufen, wie Arachnitis oder Pachymeningitis.

Bei typischer Wurzelläsion sieht man unilaterale degenerativ-atrophische Paresen der Muskulatur des Halses, der Arme und der Schulter. Dazu kommen sensible Ausfalls- und Reizerscheinungen. Entweder sind es Hypästhesien, die sich genau an das Verbreitungsgebiet der geschädigten Wurzeln halten, oder Reizerscheinungen in Form von Parästhesien oder lanzinierenden Schmerzen, die sich ziemlich genau mit dem Sensibilitätsausfall decken. Reflexdifferenzen sind ein inkonstantes Symptom. Die motorischen Reizerscheinungen sind mitunter so stark, daß schwere schmerzhafte Kontrakturen entstehen; wahrscheinlich kommen sie durch den Reiz von adhäsiven Prozessen auf die Wurzeln zustande.

Schließlich sollen hier noch die Verletzungen der Cauda equina erwähnt werden. Unter den Kriegsverletzungen nehmen sie zahlenmäßig eine bevorzugte Stellung ein. Sie sind wegen der anatomischen Verhältnisse meist nicht so schwer, wie die des Rückenmarkes. Infolge des großen Spielraumes, den die einzelnen Faserbündel im Wirbelkanal haben, können sie einem Trauma eher ausweichen und nach einer Läsion besteht wenigstens eine weitgehende Regenerationstendenz. Daher ist eine komplette traumatische Caudaläsion ziemlich selten. Bei den halbseitigen Wurzelaffektionen besteht eine schlaffe motorische Lähmung eines Beins mit Hyporeflexie oder Reflexausfall und radikulär angeordneten Sensibilitätsstörungen. Man findet oft das Bild der Anästhesia dolorasa, das dadurch entsteht, daß durch Reizung des zentralen Stumpfes Schmerzen in die anästhetische Körperzone projiziert werden. Wenn bei einer schlaffen Lähmung nach Caudaläsion spastische Phänomene, wie das Babinski'sche und Rossolimo'sche Zeichen auftreten, so ist das nur durch eine Mitbeteiligung des Rückenmarkes zu erklären. Diese kann durch eine erhöhte Liquorspannung hervorgerufen werden. Dafür spricht das sofortige Verschwinden der spastischen Reflexe bei Druckentlastung durch Laminektomie.

Schwerere Störungen des Urogenitalapparates treten nur bei Beteiligung der beiderseitigen sakralen Wurzelanteile auf. Sitzt die Läsion in der Hauptsache einseitig, so fehlen derartige Störungen ganz, oder sind nur anfänglich in geringem Umfang vorhanden.

Da die totalen Querläsionen praktisch irreparabel sind, ist ihre Behandlung eine rein konservative und symptomatische. Das Ziel der Behandlung muß sein, dem Patienten unnötige Schmerzen zu ersparen und Komplikationen möglichst zu vermeiden. Gegen die Schmerzen gibt man eines der zahlreichen antineuralgischen Mittel. In schwereren Fällen wird man Morphium nicht entbehren können. Eine Hebung des Allgemeinzustandes erreicht man durch gute und kräftige Ernährung, durch die man dem Kräfteverfall der Patienten entgegen wirkt. Größte Aufmerksamkeit ist der Entleerung von Blase und Darm zu widmen.

Es wurde schon erwähnt, daß die Gefahr der Zystitis und der folgenden Pyelitis eine sehr große ist. Zu der Blasenwandschädigung kommt die Retention des Harns, bzw. das Zurückbleiben von Residualharn, der die Entstehung der Infektion in Verbindung mit dem Katheterismus begünstigt. Seltener sind die Autoinfektionen vom Darm aus. Zur Bekämpfung der Zystitis sind verschiedene Vorschläge gemacht worden. So wurde die manuelle Expression der Blase ausgeführt, eine Methode, die aber die Gefahr der Perforation einschließt. (E r k e s) (?). Um die Gefahr der Infektion bei dem häufigen Katheterisieren zu vermeiden, wurden Nélaton-Katheter zur permanenten Blasendrainage vorgeschlagen. Die Gefahr dieser Methode liegt in der Dekubitusbildung in den Harnwegen und in der Begünstigung der Konkrementbildung. Prophylaktisch kann man ein Harnantisepticum nehmen lassen. Tritt trotz aller Vorsicht eine Infektion ein, dann ist eine Spülungsbehandlung angezeigt. Stauung und Infektion werden am sichersten vermieden, wenn bald nach der Verletzung eine suprapubische Blasenfistel angelegt wird.

Durch die Darmatonie und die fehlende Wirkung der Bauchpresse kommt es oft zu hartnäckiger Retention des Faezes. Es hat das den Vorteil, daß dabei nicht infolge fortwährender Verunreinigung eine Maceration der Haut eintritt. Man kann unter Umständen eine Retention aus diesem Grunde mit Opium herbeiführen. Trotzdem muß aber für eine ausgiebige Entleerung in bestimmten Zeitabschniten gesorgt werden. Wenn das durch Einläufe und Laxantien nicht zu erreichen ist, muß eine manuelle Ausräumung des Rektums vorgenommen werden.

Sehr wichtig ist auch die Prophylaxe des Dekubitus. Man sucht die auf die Haut einwirkenden Schädlichkeiten möglichst zu vermeiden. Ein Haupterfordernis in dieser Richtung ist größte Sauberkeit, da dem mazerierenden Einfluß von Stuhl und Urin auf die Haut eine große Bedeutung zukommt. Die Patienten sind daher oft sauber abzuwaschen. Danach erfolgt eine Hautpflege durch Abwaschen mit spirituösen Lösungen und Einpudern. Da der Druck der unbeweglichen Körperteile sehr viel zur Entstehung des Dekubitus beiträgt, hat K l a p p während des Krieges empfohlen, die

Patienten alle drei Stunden vom Pflegepersonal auf eine andere Körperseite legen zu lassen. Durch dieses sogen. „Rollen" werden immer andere Hautpartien dem Druck des Körpers ausgesetzt, so daß die Entstehung von Druckgeschwüren dadurch wirksam bekämpft werden kann. W i l m s hat die hohe Amputation beider Oberschenkel vorgeschlagen. Nach seinen Erfahrungen hat diese Maßnahme einen in jeder Beziehung günstigen Einfluß auf die Patienten gehabt. Da die meist stark oedematösen Beine zusammen 40—45 kg wiegen, sind die Patienten nach ihrer Entfernung wesentlich beweglicher. Der entstandene Dekubitus heilt schneller, das Allgemeinbefinden bessert sich und es besteht nun die Möglichkeit, den Patienten aus dem Bett zu bringen. Natürlich entschließen sie sich nur dann zu dieser Operation, wenn sie nach langer Zeit die Hoffnung auf eine Wiederherstellung aufgegeben haben.

An der hiesigen Klinik wurde von dieser Methode mit gutem Erfolg Gebrauch gemacht. So wurde bei dem am 2. IX. 1922 aufgenommenen, 29 Jahre alten Zimmermann J. R. eine beiderseitige hohe Oberschenkelamputation vorgenommen. Trotz der bestehenden starken Zystitis fühlte sich Patient nach der Operation wohler, als vorher. Der vorhandene Dekubitus heilte ab.

Eine erhebliche Besserung des gesamten Zustandes zeigte sich nach dem Eingriff auch bei dem 47 Jahre alten R.S., dem am 3. IV. 1930 aus einer Höhe von 3 m mehrere mit Zucker gefüllte Säcke auf den Rücken gefallen waren. Er hatte dabei eine Fraktur des 10. Brustwirbels mit Lähmung der Blase, des Rektums und beider Beine erlitten. Nachdem der Patient etwa ein Jahr lang ein wechselndes Befinden gezeigt hatte, wurde am 24. IV. 1931 die Amputation der Beine ausgeführt. Danach besserte sich der Allgemeinzustand so weit, daß der Patient am 12. XII. mit Turnübungen begann, bei denen er gute Fortschritte machte. Am 31. V. 1932, also nach zwei Jahren kam er unter urämischen Erscheinungen ad exitum.

Im Bett lagert man die Patienten zweckmäßig auf ein Wasserkissen, wobei darauf zu achten ist, daß die Unterlagetücher faltenlos liegen. Unter die Fersen legt man Wattekränze oder hängt die Beine in Tricotschläuchen auf. Die Bettdecke legt man auf eine Reifenbahre, damit ihr Gewicht nicht zur Entstehung eines Spitzfußes beiträgt. Bildet sich trotz aller Vorsichtsmaßregeln ein Dekubitus aus, dann legt man die Patienten, sofern nicht andere Gründe dagegen sprechen, in ein permanentes Bad. Ist das nicht möglich, dann behandelt man die Wundflächen mit aseptischen Verbänden. Einer Eiterretention hinter unterminierten Hautpartien verschafft man durch Inzisionen Abfluß. Granulierende

Wunden dürfen nicht geätzt werden. Ein etwa auftretendes Erysipel wird nach den üblichen Grundsätzen behandelt. Leider sind aber dabei die Erfolge infolge der Hinfälligkeit der Patienten nicht sehr befriedigend.

Besteht Hoffnung auf Wiederkehr der Funktion oder Besserung der Erscheinungen, so hat die Behandlung dafür zu sorgen, daß in den gelähmten Gliedern keine Gelenkversteifungen oder Kontrakturen auftreten. Durch vorsichtige Massage und Anwendung des elektrischen Stromes bekämpft man eine Atrophie der Muskulatur.

Bei der Behandlung der partiellen Markläsionen ist oberstes Gesetz, keine Verschlimmerung eintreten zu lassen, was durch Verschiebung von Wirbeln oder dislozierten Fragmenten entstehen kann. Totalluxationen der Halswirbelsäule werden nach Möglichkeit reponiert.

Zur Ruhigstellung dient die Extension mittels der Glisson'schen Schlinge. Die Behandlung der Wirbelfrakturen erfolgt nach den üblichen Grundsätzen durch Lagerung auf einer flachen, harten Unterlage mit möglichster Bevorzugung der Bauchlage, um die Atrophie der Rückenmuskulatur zu vermeiden. Die übrigen Erscheinungen werden nach der schon geschilderten Art behandelt. Gehen die Erscheinungen nicht innerhalb der ersten Wochen zurück, so ist eine Laminektomie in Erwägung zu ziehen.

Die Indikation zu dieser Operation ist viel besprochen worden. Namentlich während des Krieges haben zahlreiche Autoren über ihre Erfahrungen berichtet. Im allgemeinen soll der Zeitpunkt des Eingriffes nicht zu früh gewählt werden, da alle frischen Verletzungen des Rückenmarkes noch Schockerscheinungen zeigen, deren Abklingen erst abgewartet werden muß. Andrerseits darf auch nicht zu lange gewartet werden, da unter Umständen noch reversible Schädigungen sonst unbeeinflußbar werden. Für jeden einzelnen Fall läßt sich eine exakte Indikation nicht immer geben, da das klinische Bild den Grad der Markschädigung nur selten klar erkennen läßt. Allgemein anerkannt ist die Operation in den Fällen mit objektivem Befund am Wirbelkanal. Wenn also röntgenologisch oder klinisch eine Fremdkörperwirkung durch Geschosse oder Splitter angenommen werden kann, ist auch beim Fehlen neurologischer Symptome zu operieren.

Am 9. X. 1929 wurde der 30jährige R. I. aufgenommen, der beim Obstpflücken aus etwa 4 m Höhe vom Baum auf das Gesicht gefallen war. Es bestand eine Lähmung der Arme und Beine, sowie der Blase und des Mastdarms. Röntgenologisch ergab sich eine Fraktur des 6. Halswirbels mit deutlicher Verschiebung der einen Hälfte. Am 10. X. wurden durch Laminektomie die Bögen und Dornfortsätze des 5. und 6. Halswirbels entfernt. Danach besserte sich die Beweglich-

keit der Arme und des linken Beines erheblich, während das rechte Bein, sowie Blase und Darm gelähmt blieben. Da die Darmtätigkeit trotz aller Anstrengungen nicht wieder in Gang gebracht werden konnte, erfolgte unter starker Auftreibung des Abdomens am 16. X. der exitus.

Operiert soll ferner bei sonst unbeeinflußbaren Schmerzen werden, und wenn ein Fortschreiten der Lähmungserscheinungen zu verzeichnen ist. Dazu kommt nach Frangenheim noch die beginnende Meningitis, die durch Lumbalpunktionen nicht mehr behoben werden kann. Nach einiger Zeit sollen die Fälle operiert werden, in denen ein Verdacht auf meningitische Prozesse besteht, oder wo die spontane Rückbildung der Erscheinungen Halt macht, ehe ein für den Patienten erträglicher Zustand erreicht ist.

Als absolute chirurgische Gegenindikationen betrachten Marburg und Ranzi allgemeine Schwäche, infizierte Wunden in der Nähe, frischen Hämatothorax und schwere fieberhafte Infektion der Harnwege. Als neurologische Gegenindikation bezeichnen sie totale Querschnittsläsion mit pastöser Schwellung der Beine, dazu die isolierte Blasenlähmung.

Auf jeden Fall läßt sich eine absolut genaue Indikation nicht immer stellen. Daher muß es oft dem Ermessen des Chirurgen überlassen bleiben, ob er hoffen kann, durch Vornahme einer Operation dem Patienten zu nützen.

Bei der Ausführung der Laminektomie empfiehlt Mauss, nicht zu kleine Eingriffe vorzunehmen. Nach seinen Erfahrungen können ohne Bedenken sechs oder sieben Bögen ohne Nachteil für den Patienten entfernt werden, wenn die Wirbelkörper intakt sind. Man hat dann den Vorteil einer besseren Übersicht.

Statistiken über Operationen müssen mit einer gewissen Vorsicht betrachtet werden, da oft nicht feststeht, was durch den Eingriff erreicht wurde und was vielleicht auch spontan zustande gekommen wäre. Bei den Kriegsverletzungen ist ferner wichtig, ob über frische oder ältere Fälle berichtet wird.

Frangenheim veröffentlichte 68 Fälle. Von 55 Operierten zeigten 22 eine Besserung. 7 blieben ungebessert und 23 starben.

Mauss verfügt über 250 Verletzungen, bei denen wohl viele Spätfälle einbegriffen sind. Davon wurden 72 operiert, 15 erschienen aussichtslos, während bei den übrigen ein Eingriff nicht nötig war. Von diesen 72 wurden 24 ganz oder nahezu geheilt, während 20 mehr oder weniger gebessert wurden. Unbeeinflußt blieben 9 und 13 starben.

Marburg und Ranzi operierten 142. Wesentlich gebessert wurden davon 41, wenig gebessert 18 und gebessert 30. Unbeeinflußt blieben 11 und 42 starben.

Als Resultat ergibt sich aus dieser Veröffentlichung, daß die

Fälle die beste Prognose abgeben, bei denen ein objektiver Röntgenbefund vorhanden ist, vor allem bei partiellen Läsionen. Eine gute Prognose haben auch die Patienten mit spastischen Erscheinungen. Prognostisch ungünstig sind die totalen schlaffen Lähmungen und die Fälle von Brown-Séquard gegenüber den spinalen Hemiplegien von cerebralem Typus, die operativ bessere Resultate ergeben.

Zur Prognose im allgemeinen ist zu sagen, daß die Totalläsionen wesentlich schlechter zu beurteilen sind, als die partiellen. Ferner ist die Prognose auch von der Höhenlokalisation der Verletzung abhängig. Die Zerstörung des Markes im Bereich der oberen vier Cervicalsegmente ist unbedingt tödlich. Eine beiderseitige Läsion im 4. Segment führt durch Lähmung des Nervus phrenicus sofort den Tod herbei. Bei den Totalquerläsionen zwischen 5. Cervical- und 1. Thoracalsegment bleibt der Verletzte nur kurze Zeit am Leben, da die aufsteigende Myelitis die oberen Segmente ergreift. Nach Kocher ist dabei ein schneller hoher Temperaturanstieg prognostisch ungünstig. Dazu wurde an der Klinik folgender Fall beobachtet:

> Am 17. XII. 1930 wurde der 26jährige Ch. Z. aufgenommen, der in einem epileptischen Anfall aus dem Bett gefallen war und sich, wie das Röntgenbild ergab, eine Halsluxation zugezogen hatte. Die Ausfallserscheinungen deuteten auf Läsion des 5. und 6. Cervicalsegmentes. Die Reposition zeitigte keinen Erfolg und der Patient kam am 19. XII. ad exitum, wobei neben starker Benommenheit eine Temperatursteigerung auf 40,3° C. bei normaler Pulsfrequenz beobachtet wurde.

Die übrigen Markverletzungen haben, was die Erhaltung des Lebens angeht, eine bessere Prognose. Der weitere Verlauf hängt davon ab, inwieweit es gelingt, der Komplikationen Herr zu werden. So kann Dekubitus und Infektion der Harnwege schon nach wenigen Wochen zum Tode führen, während sich in anderen Fällen der Zustand über Monate und Jahre erstreckt. Dazu folgender Fall aus der Klinik:

> Der 48jährige H. A. fiel am 20. II. 1928 mit dem Kopf nach unten 2,5 m tief herunter. Dabei entstand eine Luxation des 5. Halswirbels mit fast kompletter Querschnittslähmung. Es bestand dauernd reine Zwerchfellatmung. Am 27. II. wurde in Narkose die operative Reposition versucht. Der Patient kam dann unter wechselnden Erscheinungen nach 5 Monaten, am 28. VII. unter dem Bilde der Herzinsuffizienz ad exitum.

Anders berichtete über einen Fall von Querschnittsläsion nach Schußverletzung, der noch 10 Jahre lebte. Der von Stewart und Harte im Jahre 1902 mit Naht des Rückenmarkes

behandelte Patient lebte noch 19 Jahre in gutem Allgemeinzustand.

Die partiellen Läsionen nehmen im allgemeinen einen günstigen Verlauf, da nur ein Teil des Querschnittes betroffen ist. Dazu kommt, daß die primären Symptome oft noch von reversiblen Veränderungen in der Umgebung der Verletzungsstelle verstärkt werden, die dann bald zurückgehen. Auch ist wohl oft ein Ausgleich der Lähmungen durch kompensatorische Funktionsübernahme seitens anderer Bahnen möglich. So wird wohl der Rückgang der Blasen- und Mastdarmstörungen in der Mehrzahl der Fälle zu erklären sein. Doch gibt es nach Eintreten von Komplikationen auch bei den partiellen Läsionen ungünstige Verlaufsformen.

In der Nachbehandlung trachtet man danach, die Patienten aus dem Bett zu bringen und wieder bewegungsfähig zu machen, da die liegende Haltung die Komplikationen besonders von Seiten der Harnorgane begünstigt. Gegen Kontrakturen wendet man Massage an. Man läßt die Patienten möglichst bald Geh- und Stehübungen machen. Orthopädische Apparate soll man solange vermeiden, als die Regeneration der Motilität fortschreitet. Eine Ausnahme bildet nur die hindernde Peronaeuslähmung. V. Eiselsberg hat einen Apparat angegeben, der es Patienten mit totaler Querschnittsläsion ermöglichen soll, sich selbst fortzubewegen.

An orthopädischen Operationen kommen bei Muskelkontrakturen Sehnendurchtrennungen in Betracht. Bei ausgedehnten Spasmen kann man mittels Eingriffes am Nerven, z. B. der Stoffel'schen Operation einen Ausgleich schaffen. Es wird dabei mit der Durchtrennung einzelner Fasern oder Bündel eines motorischen Nerven ein spastischer Muskel soweit, als nötig, geschwächt. Nach den Erfahrungen von Mauss sind die Erfolge dieses Eingriffs besonders an den unteren Extremitäten ganz hervorragend.

Bei doppelseitigen schweren spastischen Lähmungs- und Kontrakturzuständen ist die Foerster'sche Radicotomie vorzuziehen. Das Prinzip dieser Operation besteht darin, durch partielle Resektion der hinteren Wurzeln den sensiblen Teil des Reflexbogens soweit zu unterbrechen, daß die periphero entstehenden sensiblen Reize sich nicht mehr in vollem Maße auswirken können. Dieser Eingriff soll nur vorgenommen werden, wenn alle anderen Maßnahmen zur Entlastung des Rückenmarkes erfolglos geblieben sind und man annehmen muß, daß die Spasmen durch eine intramedulläre, chirurgisch nicht angreifbare Narbe bedingt sind.

Zu erwähnen ist dann noch die Chordotomie. Sie besteht in einer Durchschneidung des Vorderseitenstranges in Höhe des oberen Brustmarkes, und wird zur Beseitigung von unerträglichen Schmerzes ausgeführt. In der Mehrzahl der bisher so behandelten

Fälle handelte es sich um maligne Geschwülste, ferner schwere Kriegsverletzungen und Neuralgien bei transversaler Myelitis. In manchen Fällen wurde vollkommene Analgesie ohne andere Nebenerscheinungen erzielt. In anderen Fällen traten vorübergehende Paresen auf, die wohl als Folgen von Blutungen aufgefaßt werden müssen. Auch Rezidive wurden zwei bis drei Monate nach der Operation beobachtet.

Ein in der Literatur nur verhältnismäßig selten beobachtetes Krankheitsbild nach Rückenmarksverletzungen ist die Muskelverknöcherung. Die dafür gebräuchliche Bezeichnung Myositis ossificans wird dem Zustand nicht ganz gerecht, da eine eigentliche Entzündung nicht vorliegt.

Neben Israel veröffentlichte Rehbein einen Fall von Rückenmarksverletzung, bei dem im Bereich der unteren Extremitäten ausgedehnte Knochenneubildungen aufgetreten waren. Interessant ist das bei der Sektion gefundene Ergebnis: Es zeigte sich der ganze Raum zwischen Becken und oberem Femurviertel mit einer diffusen Knochenmasse erfüllt, die an der Oberfläche spongiösen und corticalen Charakter zeigte. In dieser Knochenneubildung verliefen große Gefäßkanäle. Röntgenologisch entsprach die Fasererichtung der Neubildung der der Muskulatur.

Französische Autoren fanden unter 78 durch Rückenmarksverletzung Paraplegischen in fast 50% der Fälle röntgenologisch Verknöcherungen an den unteren Extremitäten. Sie nennen das Krankheitsbild Paraosteoarthropathie und bringen damit zum Ausdruck, daß es im Wesen der tabischen Osteoarthropathie gleicht. Nach ihren Beobachtungen sind bereits 40 Tage nach der Verwundung parartikuläre Verknöcherungsinseln vorhanden. Der Prozeß wird dann stationär. Über seine Gesamtdauer oder über einen Rückgang der Neubildungen ist nichts bekannt.

Die Ansichten über das Wesen und die Genese dieser kurz geschilderten Verknöcherungen gehen noch auseinander. Trophoneurotische Störungen spielen wohl insofern eine Rolle, als Verknöcherungen in völlig gelähmten Körperabschnitten nie beobachtet wurden, sondern nur in unterinnervierten Teilen. Dazu kommt wohl noch der Muskelzug und das Vorhandensein von degeneriertem Muskelgewebe, das in Knochen umwandlungsfähig ist. Geldmacher weist auf die Bedeutung des Bindegewebes bei der Knochenbildung hin. Es wurden auch Knochenspangen ohne Verbindung mit dem Periost festgestellt.

Die Frage nach dem Zusammenhang zwischen einem durch stumpfe Gewalteinwirkung gesetzten Trauma des Rückenmarkes und einer organischen Erkrankung ist noch nicht restlos geklärt.

Die Syringomyelie betrifft zum größten Teil Männer im arbeitsfähigen Alter. Das könnte für eine Entstehung im Gefolge von Erschütterung (Berufstraumen) sprechen. Allerdings ist wohl noch

kein Fall beobachtet, in dem sich an eine durch charakteristische Syptome festgestellte Rückenmarksverletzung eine Syringomyelie angeschlossen hat. Vielleicht kann man annehmen, daß ein Trauma als auslösendes oder verschlimmerndes Moment in Frage kommt.

Ebenso ist es noch nicht gelungen, eine experimentelle traumatische multiple Sklerose zu erzeugen. Trotzdem spielt auch hier das Trauma eine Rolle, über dessen Einfluß bisher aber nur erst Theorien vorliegen.

Bei der Tabes dorsalis kommt das Trauma als Ursache nicht in Betracht. Vielleicht kann es aber bei der Auslösung mitwirken und den Verlauf verschlimmern.

In der vorliegenden Arbeit wurde die Entstehungsweise von Rückenmarksverletzungen und deren pathologische Vorgänge besprochen. Es wurde dann nach Erörterung der klinischen Erscheinungen eine Zusammenstellung der therapeutischen Maßnahmen gegeben. Auf Grund der mitgeteilten Heilerfolge gewinnt man den Eindruck, daß die Verletzungen des Rückenmarkes zwar als sehr ernste, aber nicht als derart hoffnungslose Fälle angesehen werden müssen, wie das mitunter geschieht.

# Literatur.


Anderson: Gunshot injury of the spine with paraplegia death after ten years. Ref. Zentr. Blatt 1914.

Ascher und Licen: Über Schußverletzungen des Rückenmarkes und deren operative Behandlung. Bruns Beitr., Band 105.

Beitzke: Über einen anatomisch untersuchten Fall von Rückenmarkserschütterung durch Schußverletzung. Berl. Klin. Wochenschrift 1917, Nr. 3.

Borchard und Cassirer: Über die Behandlung von Rückenmarksverletzten durch die Foerster'sche Operation. Bruns Beitr., Band 109, Heft 5.

Borchard und Schmieden: Die deutsche Chirurgie im Weltkrieg. 1914—1918.

Brack: Über Anatomie und Theorie tödlicher Wirbeltraumen. D. Zeitschr. für Chirurgie, Band 221.

Cadwalader: Report of the condition of a case of complete division of the spinal cord by gunshot wound nineteen Years after the injury. Ref. Zentr. Organ 1920.

Cassirer: Zur Klinik der traumatischen Schädigungen des Rückenmarkes. Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psych., Band 70.

Déjerine et Regnard: Troubles visuelles et pupillaires dans les lésions de la moelle dorso-lombaire et de la queue de cheval par traumatisme de guerre. Ref. Zentr. Blatt 1921.

Dreyfus: Über traumatische Pupillenstarre. Münch. med. Wochenschr. 1906, Nr. 8.

v. Eiselsberg: Gehapparate für Patienten, die infolge Wirbelschüssen gelähmt sind. Arch. f. klin. Chir., Band 108.

Enderlen: Über Stichverletzungen des Rückenmarkes. Experimentelle und klinische Untersuchungen. D. Zeitschr. f. Chir., Band 40.

Erkes: Zur manuellen Expression der Blase bei Rückenmarksverletzten. Münch. med. Wschr. 1916, Nr. 7.

Esau: Totale Exfoliation der Blasenschleimhaut bei einem Manne nach Schußverletzung des Lendenmarks. Zeitschr. f. urol. Chir., Bd. 8.

Fowler: Ein Fall von Naht des durch einen Schuß völlig getrennten Rückenmarkes. Ref. Zentr. Blatt 1907.

Frangenheim: Resultate der operativen Behandlung der Rückenmarksschüsse. Münch. med. Wschr. 1916, Nr. 19.

v. Gehuchten et Debaisieux: Un curieux cas de compression médullaire. Ref. Zentr. Blatt 1914.

Geldmacher: Beitrag zu den parartikulären Verknöcherungen nach Querschnittsläsion des Rückenmarkes. D. Zeitschr. f. Chir. Band 191, H. 3/4.

Giss: Über einen Fall von Abfluß kolossaler Liquormengen nach Rückenmarksverletzung. Mitteil. a. d. Grenzgeb. VIII, Heft 4.

Harbitz: Bruch der Wirbelsäule namentlich durch indirekte Gewalt hervorgerufen im Cervicalteil an typischer Stelle. D. Zeitschr. f. Chir., Band 173.
Haumann: Referat über die Enderfolge der Wirbelbrüche gehalten auf der 50. Tagung d. D. Gesellsch. f. Chir. 1926. Ref. Zentr. Blatt 1926.
Henle: Die Chirurgie des Rückenmarkes und Die Chirurgie der Wirbelsäule. im Handbuch d. prakt. Chir. v. Garré-Küttner-Lexer.
Hugel: Über Rückenmarksverletzungen im Weltkrieg. D. Zeitschr. f. Chir. Band 215.
Israel: Über Myositis ossificans neurotica nach Schußverletzung des Rückenmarkes. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen 1921, Bd. 27.
Israel: Über neuropathische Verknöcherungen in zentral gelähmten Gliedern. Arch. f. klin. Chir. 1921. Bier-Festschrift.
Kausch: Über das Verhalten der Sehnenreflexe bei totaler Querschnittsunterbrechung des Rückenmarkes. Mitteil. a. d. Grenzgeb. Band VII, Heft 4/5.
Klapp: Über Rückenmarkschüsse und Behandlung der im Gefolge der Laminektomie auftretenden Meningitis. Münch.med.Wschr. 1915. Nr. 5.
Knauer: Die Lumbalpunktion als diagnostisches Hilfsmittel bei Rückenmarksschüssen. Münch. med. Wschr. 1916, Nr. 25.
Kocher: Die Verletzungen der Wirbelsäule zugleich als Beitrag zur Physiologie des menschlichen Rückenmarkes. Die Läsionen des Rükkenmarkes bei Verletzungen der Wirbelsäule. Mitteil. a. d. Grenzgeb., Band 1.
Marburg und Ranzi: Die Kriegsbeschädigungen des Rückenmarkes und ihre operative Behandlung. Arch. f. klin. Chir., Band 111.
Matti: Die Knochenbrüche und ihre Behandlung. Band II.
Mauss: Über die traumatischen Rückenmarkschädigungen auf deren Behandlung unter besonderer Berücksichtigung der Spätfälle. Zeitschr. f. d. gesamte Neurol. uns. Psych., Band 66.
Müllеder: Über Kompressionsfrakturen der Wirbelkörper. D. Zeitschr. f. Chir., Band 164.
Oesterlen: Über Rückenmarkserschütterung und Rückenmarksblutung. Ref. Zentr. Organ 1925.
Perthes: Radiographischer Nachweis und operative Entfernung einer Messerklinge nach 27jährigem Verweilen im Wirbelkanal. Fortschr. a. d. Geb. der Rüntgenstrahlen, Band VII.
Peugniez: Congrès Français de Chirurgie. Ref. Z.-Blatt 1903.
Pieri: Über Kriegsverletzungen des Rückenmarks. Ref.Zentr.Blatt 1921.
de Quervain: Spezielle Chirurgische Diagnostik.
Rehbein: Über Muskelverknöcherung nach Rückenmarksverletzung. D. Zeitschr. f. Chir., Band 178, Heft 1/2.
Reimann: Ein Fall von Rückenmarksstichverletzung. Wiener klinische Wochenschrift 1901, Nr. 8.
Samarin: Die Heilung aseptischer Wunden des Rückenmarkes. Ref. Zentr. Blatt 1930.
Samarin: Über Heilung der Rückenmarkswunden. Ref.Zentr.Blatt 1924.
Schultz und Hancken: Wieweit kann die Lumbalpunktion zur Klärung der Operationsindikation bei frischen Rückenmarksschüssen beitragen. Münch. med. Wschr. 1916, Nr. 18.
Seefisch: Ref. Über Uretersteine nach Verletzungen des Rückenmarkes. Ref. Zentr. Blatt 1908.
Sigl: Über stumpfe Gewalteinwirkung auf Wirbelsäule und Rückenmark und deren Folgen. Med. Klinik 1916, Nr. 6.
Stiefler und Sabat: Über einen eigenartigen Rumpfhabitus bei Rükkenmarksverletzten. Wr. klin. Wschr. 1916, 52.

Steiner: Verletzungen der Wirbelsäule. D. Zeitschr. f. Chirurgie, Bd. 173, Heft 1—6.
Steinmann: Beitrag zu den Totalluxationen der Halswirbelsäule. Arch. f. klin. Chir., Band 78, Hefte 4.
Stewart und Harte: Ein Fall von Naht des Rückenmarkes. Ref. Zentr. Blatt 1903.
Teale: Über außerordentlich hohe und anhaltende Temperatursteigerung nach Rückenmarksverletzung. Ref. Zentr. Blatt 1875.
Wilms: Behandlung der Rückenmarksschüsse mit totaler Lähmung. Med. Klinik 1916, Nr. 17.
Yamada: Experimentelle Beiträge zu den Rückenmarksverletzungen. Ref. Zentr. Blatt 1910.

# Lebenslauf.

Am 24. Januar 1910 wurde ich, Hans Biehl, als Sohn des Diplom-Ingenieurs Otto Biehl und seiner Ehefrau Hildegard, geb. Taetz zu Wesel im Rheinland geboren. Nach dreijähriger Vorschulzeit besuchte ich das Staatliche Gymnasium zu Erfurt, das ich im März 1928 mit dem Zeugnis der Reife verließ. Mein erstes Semester verbrachte ich in Göttingen. Die übrigen vorklinischen Semester war ich bei der Universität Marburg eingeschrieben, wo ich im August 1930 die ärztliche Vorprüfung bestand. Die beiden ersten klinischen Halbjahre war ich in Wien immatrikuliert. Darauf studierte ich ein Semester in Würzburg und bin seit dem Sommer 1932 wieder bei der Medizinischen Fakultät zu Marburg eingeschrieben.

Meine klinischen Lehrer waren

in Wien:
Coronini, Elias, von Eiselsberg, Fröhlich, Hamburger, Heidler, Jagic, Kutschera, Lotheißen, Maresch, Pick, Popper, Porges, Raimann, Starlinger.

in Würzburg:
Bohnenkamp, Dyes, Flury, Häbler, Hagemann, Hellmuth, Lehmann, Magnus-Alsleben, Meyer, Schieck, Schmidt, Zieler.

in Marburg:
Arndt, Baur, Boeminghaus, Eimer, Freudenberg, Göppert, Grüter, Hildebrand, Kehrer, Klapp, Klewitz, Kretschmer, Naujoks, Neumann, Pfannenstiel, Ruete, Schwenkenbecher, Uffenorde, Versé, Wahl, Wiedhopf.